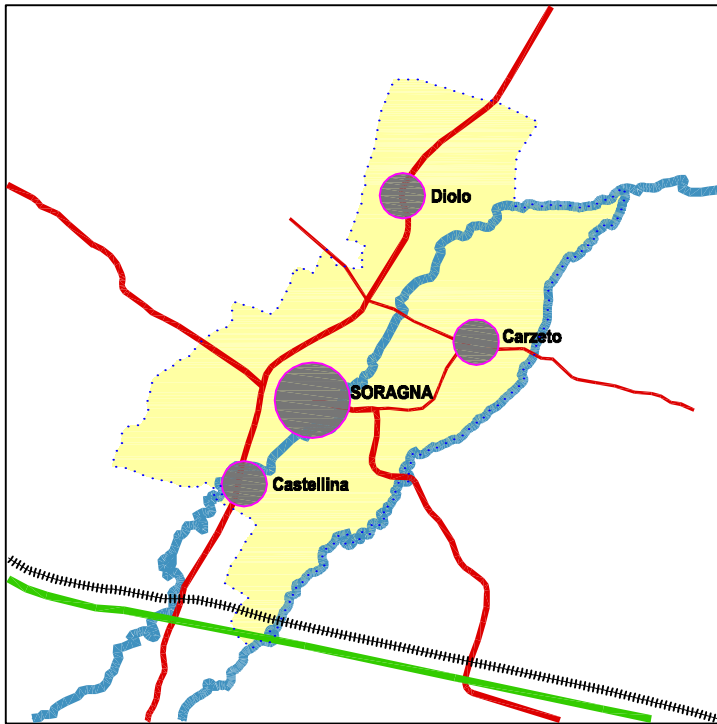


**COMUNE DI SORAGNA**  
PROVINCIA DI PARMA

**PIANO STRUTTURALE COMUNALE**  
**P.S.C. 2010**



**ADOZIONE:**

Del. C.C. n° 31 del 02/08/2012

**CONTRODEDUZIONE:**

Del. C.C. n° 23 del 10/09/2013

**APPROVAZIONE:**

Del. C.C. n° ... del ...

**Quadro Conoscitivo**  
(L.R. 20/2000 e s.m.i. art. 4)

ELABORATO

**RGS**

DATA

**Dicembre 2013**

TITOLO:

**RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

IL SINDACO:

Dott. Salvatore Iaconi Farina

IL SEGRETARIO

Dott.ssa Giuseppina Mingoia

Responsabile del Procedimento: Geom. Luigi Vernizzi

PROGETTO:

Dott. geol. Giorgio Neri - Ambiter s.r.l.

Via Nicolodi, 5A - 43126 - Parma - [www.ambiter.it](http://www.ambiter.it) - [info@ambiter.it](mailto:info@ambiter.it)

Collaboratori :

Dott. Amb. Davide Gerevini

Dott. Amb. Lorenza Costa

Dott. Geol. Marco Rogna

Dott. Amb. Claudia Giardinà

Dott. Amb. Roberto Bertinelli

# Comune di Soragna

Provincia di Parma

Comune di Soragna

## PIANO STRUTTURALE COMUNALE (P.S.C.)

**AMBITER s.r.l.**

v. Nicolodi, 5/a 43126 – Parma tel. 0521-942630 fax 0521-942436 www.ambiter.it info@ambiter.it

**DIREZIONE TECNICA**

dott. geol. Giorgio Neri

**A CURA DI**

dott. geol. Rogna Marco

**CODIFICA**

1 0 0 7 - R G S - 0 3 / 1 3

**ELABORATO**

**DESCRIZIONE**

**RGS**

**RELAZIONE GEOLOGICA E  
SISMICA**

04								
03	Dic. 2013	M. Rogna				M. Rogna	G. Neri	Emissione per approvazione
02	Giu. 2012	M. Rogna				M. Rogna	G. Neri	Emissione per adozione
01	Dic. 2010	M. Rogna				M. Rogna	G. Neri	Emissione
<b>REV.</b>	<b>DATA</b>	<b>REDAZIONE</b>			<b>VERIFICA</b>	<b>APPROV.</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	

<b>FILE</b>	<b>RESP. ARCHIVIAZIONE</b>	<b>COMMESSA</b>
1007_RGS_rev_02-00.doc	MR	1007



## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....</b>	<b>5</b>
2.1. ASSETTO GEOLOGICO – STRUTTURALE DEL MARGINE MERIDIONALE DEL BACINO PERISUTURALE PADANO .....	5
2.2. EVOLUZIONE DEL MARGINE MERIDIONALE DEL BACINO PERISUTURALE PADANO POST-PLIOCENE INFERIORE .....	11
2.3. STRATIGRAFIA.....	14
2.3.1. <i>Supersistema del Quaternario Marino</i> .....	15
2.3.2. <i>Supersistema Emiliano Romagnolo (ESS)</i> .....	16
2.4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI DI DETTAGLIO DEL COMUNE DI SORAGNA .....	20
2.4.1. <i>Allomembro di Ravenna</i> .....	21
<b>3. GEOMORFOLOGIA .....</b>	<b>24</b>
3.1. PIANURA A CRESCITA VERTICALE .....	24
3.1.1. <i>Argini naturali o dossi fluviali</i> .....	25
3.1.2. <i>Piane inondabili</i> .....	25
3.1.3. <i>Corsi d'acqua</i> .....	26
3.1.4. <i>Il T. Stirone e il T. Rovacchia</i> .....	27
3.1.5. <i>Sistema idrografico superficiale minore</i> .....	28
3.1.6. <i>Antichi tracciati fluviali</i> .....	29
3.2. ATTIVITÀ GEODINAMICA .....	29
<b>4. ASSETTO STRATIGRAFICO .....</b>	<b>32</b>
4.1. DEPOSITI PREVALENTEMENTE LIMOSI.....	32
4.2. DEPOSITI PREVALENTEMENTE ARGILLOSI .....	32
4.3. DEPOSITI PREVALENTEMENTE SABBIOSI .....	33
<b>5. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO .....</b>	<b>34</b>
5.1. INQUADRAMENTO IDROSTRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO .....	34
5.1.1. <i>Idrostratigrafia del territorio del Comune di Soragna</i> .....	35
5.1.2. <i>Architettura del bacino idrogeologico nell'area di studio</i> .....	37
5.2. COMPORTAMENTO IDRODINAMICO DELL'ACQUIFERO .....	38
5.3. VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI .....	39
<b>6. PEDOLOGIA .....</b>	<b>42</b>
6.1. COLTARO ARGILLOSA LIMOSA.....	43

6.2.	SORAGNA ARGILLOSA LIMOSA .....	44
6.3.	SANT'OMOBONO FRANCA ARGILLOSA LIMOSA .....	46
<b>7.</b>	<b>SISMICITÀ DEL TERRITORIO .....</b>	<b>48</b>
7.1.	STORIA SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE .....	48
7.2.	CARATTERISTICHE SISMOTETTONICHE .....	55
7.3.	LA CLASSIFICAZIONE SISMICA .....	57
7.4.	PERICOLOSITÀ SISMICA .....	57
7.4.1.	<i>Definizione della pericolosità sismica locale.....</i>	<i>59</i>
7.4.2.	<i>Aree potenzialmente soggette ad effetti di amplificazione locale .....</i>	<i>61</i>
7.4.3.	<i>Analisi degli elementi di amplificazione sismica .....</i>	<i>64</i>
<b>8.</b>	<b>FATTIBILITÀ DELLE TRASFORMAZIONI ALL'INSEDIAMENTO .....</b>	<b>65</b>
8.1.	FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI .....	65
8.2.	FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI .....	65
8.3.	FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI .....	66
8.4.	FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI .....	67
8.5.	DISPOSIZIONI GENERALI IN MERITO ALLA SENSIBILITÀ SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE .....	67
8.6.	PERICOLOSITÀ AL RITIRO E AL RIGONFIAMENTO DELLE TERRE COESIVE .....	68
8.6.1.	<i>Mineralogia dei depositi prevalentemente argillosi e limosi .....</i>	<i>68</i>
8.6.2.	<i>Active zone .....</i>	<i>70</i>
8.6.3.	<i>Effetti della vegetazione .....</i>	<i>70</i>

## 1. INTRODUZIONE

Lo studio geologico del territorio comunale è mirato a definire le scelte localizzative compatibilmente alle potenzialità ed alla vocazione del territorio e a verificare puntualmente che i diversi processi di urbanizzazione riguardino zone geologicamente idonee, che le variazioni indotte sull'ambiente non costituiscano pericolo per gli stessi insediamenti e che queste non arrechino danni irreversibili alle risorse naturali.

Con la Circolare n° 1288 del 11 febbraio 1983 la Regione ha dettato le modalità di realizzazione dello studio geologico. Per le aree di pianura sono individuati come prioritari gli aspetti idrogeologici e geotecnici. In particolare sono richieste per gli aspetti idrogeologici la determinazione delle caratteristiche dell'acquifero sotterraneo, delle quote e dell'escursione della falda freatica.

Dal punto di vista geotecnico devono essere individuate le limitazioni tipologiche degli interventi, definendo linee generali di tendenza al comportamento geotecnico dei terreni.

Con atto n. 1677/2005 del 24.10.2005 la Giunta regionale ha emanato le prime indicazioni applicative in merito al decreto ministeriale 14 settembre 2005 recante "Norme tecniche per le costruzioni", secondo le quali, in via di prima applicazione, si richiama l'esigenza che le scelte del PSC siano fondate su una adeguata analisi delle caratteristiche sismiche del territorio, attraverso la consolidata prassi seguita per l'elaborazione degli strumenti urbanistici nella Regione Emilia-Romagna a partire dalla L.R. 47/1978.

A tale scopo la circolare evidenzia che il quadro conoscitivo del PSC deve essere dotato di una adeguata relazione geologica di inquadramento del territorio, formata secondo le indicazioni tecniche di cui alla circolare 1288 dell'11 febbraio 1983.

Inoltre, si sottolinea che nei Comuni sismici l'analisi delle caratteristiche sismiche del territorio non può essere limitata alle sole condizioni geomorfologiche, ma va estesa alle condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio.

Infatti, "oltre agli elementi geomorfologici, gli aspetti fisici del territorio che influiscono sulla pericolosità locale comprendono le caratteristiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche che possono determinare effetti di amplificazione del moto sismico, addensamento e liquefazione."

Le previsioni del PSC in merito agli ambiti suscettibili di urbanizzazione e per gli interventi sul territorio urbanizzato devono risultare coerenti con le risultanze del quadro conoscitivo e, di conseguenza, nella Valsat deve essere contenuta un'esplicita valutazione della potenziale ammissibilità degli interventi di trasformazione ipotizzati, per la non presenza di cause escludenti e per la conformità delle previsioni agli eventuali fattori limitanti.

Inoltre, sempre in via di prima applicazione, si richiama l'esigenza che il POC sia corredato dalle analisi di ammissibilità degli interventi pianificati, secondo quanto già richiesto per la relazione geologica – così come previsto dal punto C.3 della Circolare 1288/1983.

Lo studio geologico e sismico che accompagna il Piano Strutturale Comunale (PSC) provvede quindi ad un'attenta ricostruzione dell'assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico del territorio comunale, indispensabile per la valutazione della vulnerabilità dell'ambiente idrico sotterraneo e per le prime valutazioni di compatibilità geologico-geotecnica dei nuovi insediamenti.

Il presente studio, in riferimento all'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", ha effettuato un'indagine di primo livello del territorio Comunale di Soragna.

Il primo livello è diretto a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.).

L'individuazione delle aree soggette ad effetti locali si basa su rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati. Tale analisi è stata svolta sulla base dei dati disponibili che derivano dalla banca dati geognostici della Regione Emilia Romagna.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'assetto fisico del territorio comunale ha seguito le sorti della pianura padana e del fronte Appenninico settentrionale, nel corso della loro storia evolutiva.

Dal Cretaceo (circa 100 MA) fino ai giorni nostri la regione padana ed appenninica è stata soggetta ad alterne fasi di compressione e stasi tettoniche, instaurate dalle interazioni tra la placca africana e la placca euroasiatica e, più in dettaglio, dalla microplacca dell'Arco Appenninico Settentrionale e dalla microplacca Adriatica.

È a partire dall'Oligocene superiore che inizia la formazione della catena dell'Appennino settentrionale attraverso il meccanismo di sovrascorrimento della microplacca dell'Arco Appenninico Settentrionale a scapito della microplacca Adriatica e della sua copertura sedimentaria, che instaura un processo di deformazione continentale polifasica. In particolare, nell'ambito di tale processo, si possono riconoscere due stadi compressivi principali:

- primo stadio compressivo: si sviluppa dall'Oligocene superiore al Pliocene inferiore, durante il quale è definita la strutturazione dell'arco dell'Appennino Settentrionale (stadio collisionale) e, in zona antistante (avanfossa padana), la delineaione del bacino perisuturale padano – adriatico (Bally e Snelson 1980); all'inizio del Pliocene tale bacino costituiva un grande golfo invaso dalle acque marine (propaggine occidentale del Mare Adriatico), limitato a nord dalle Alpi, a sud-ovest dagli Appennini e a nord-est dalle Dinaridi (Catena montuosa della Jugoslavia);
- secondo stadio compressivo: si sviluppa a partire dal Pliocene medio (circa 5,0 MA) in poi coinvolgendo anche il margine meridionale del bacino perisuturale padano nel processo di strutturazione della catena appenninica (in senso geografico dal margine appenninico settentrionale fino a circa l'asse del Fiume Po); il processo deformativo del margine meridionale del bacino perisuturale si sviluppa attraverso la formazione di sovrascorrimenti, faglie, duplicazioni e pieghe, in parte sepolte dalle coperture alluvionali quaternarie e in parte evidenti lungo il margine morfologico appenninico settentrionale.

Nell'epoca quaternaria, successivamente al pleistocene medio, la crescente estensione di terre emerse e soggette ad erosione consentì ai corsi d'acqua alpini ed appenninici di colmare di sedimenti il bacino padano conferendone l'attuale assetto e morfologia.

### 2.1. Assetto geologico – strutturale del margine meridionale del bacino perisuturale padano

Il margine meridionale del bacino perisuturale padano è di tipo "complesso" (secondo Ricci Lucchi, 1986), perché interessato da sovrascorrimenti, faglie, duplicazioni, pieghe e bacini che si estendono da est ad ovest interessando per intero la pianura emiliana romagnola (Fig. 2.1).

In particolare nel sottosuolo antistante il margine morfologico dell'Appennino settentrionale, dal Piemonte meridionale fino al limite orientale della Romagna, seguendo poi l'allineamento Appennini – Mare Adriatico, sono presenti, a livello delle formazioni mesozoiche e mio-plioceniche (sepolte quindi da una più o meno spessa coltre alluvionale quaternaria), due serie principali di thrusts a sviluppo sequenziale frontale.

Essi costituiscono due sistemi di grandi pieghe asimmetriche con andamento anticlinalico (Fig. 2.3), formatesi attraverso molteplici faglie inverse e sovrascorrimenti, immergenti verso sud/sud-ovest con inclinazioni comprese tra i 15° e i 30°, che racchiudono un bacino satellite ad esse parallelo.

In letteratura geologica queste zone di scollamento tettonico sono note come “External Thrust Front” (ETF), sull'allineamento di Cremona – Parma – Reggio Emilia – Correggio (RE) – Mirandola (MO) – Ferrara e Ravenna, e “Pedeapenninic Thrust Front” (PTF), lungo il margine morfologico dell'Appennino Settentrionale.

Da nord a sud il margine meridionale del bacino perisuturale padano è quindi caratterizzato dalle seguenti strutture:

1. External Thrust Front (ETF): alto strutturale frutto dell'involuppo delle rampe frontali dei thrust sepolti, che esprime la zona di confine tra la Monoclinale pedealpina<sup>1</sup>, che si apre in direzione nord a partire dal fronte settentrionale dell'alto strutturale medesimo, e la regione “Apennines” (microplacca dell'arco Appenninico settentrionale) a sud;
2. bacino minore o satellite: depressione racchiusa a nord dall'alto strutturale dell'ETF e a sud dalle strutture embricate del PTF; si estende in zona antistante al margine morfologico dell'Appennino emiliano romagnolo con allungamento in direzione ovest/nord-ovest ed est/sud-est, presentandosi con geometrie non costanti che esprimono settori strutturalmente svincolati tra loro in relazione all'andamento planimetrico delle strutture sepolte associate all'External Thrust Front” (ETF) e al Pedeapenninic Thrust Front (PTF);
3. Pedeapenninic Thrust Front (PTF); esprime la zona di confine tra il margine morfologico appenninico e il suddetto bacino satellite.

Il comune di Soragna si colloca sopra l'External Thrust Front, e parte del settore settentrionale del bacino minore o satellite. Nelle Tavv. QCA\_1 e QCA\_4 sono rappresentate le proiezioni in superficie topografica dei sovrascorrimenti sepolti: le proiezioni dei sovrascorrimenti sepolti comprese tra il centro abitato di Diolo e il capoluogo comunale appartengono all'External Thrust Front.

Le suddette strutture sono l'espressione della collisione tettonica tra la microplacca dell'Arco Appenninico Settentrionale e la microplacca Adriatica. Le deformazioni formatesi e la parziale subduzione della microplacca adriatica sotto quella dell'Arco Appenninico Settentrionale sono causate

dalle spinte nord-est vergenti, impresse dal movimento di convergenza tra la zolla africana ed europea a seguito dell'estensione dell'Oceano Atlantico (Livemore e Smith 1985).

L'External Thrust Front è suddiviso in tre margini planimetricamente arcuati, denominati da ovest verso est "Piemonte Folds", "Emilia Folds" e "Ferrara Folds" (Fig. 2.1). A sud delle "Ferrara Folds", si estendono altri sistemi di thrust, sempre associati al meccanismo di deformazione delle precedenti, noti come "Romagna Folds" e "Adriatico Folds".

L'External Thrust Front è quindi caratterizzato da una serie di strutture ad arco, concave verso sud, che si raccordano in due zone di incrocio (Pavia e Reggio Emilia), dove il fronte appare notevolmente arretrato (Fig. 2.1). Questo assetto strutturale è probabilmente dovuto alla presenza, nella crosta superiore padana, di zone con maggiore rigidità che hanno impedito lo scollamento delle successioni mesozoiche e terziarie dal basamento sottostante, bloccando in tal modo la traslazione verso nord (Bernini e Papani, 1987).

Le principali cause sono imputabili alle manifestazioni magmatiche effusive, subvulcaniche ed epiplutoniche del Paleozoico, Trias medio e Terziario (in parte accertate nei pozzi profondi AGIP), verosimilmente responsabili delle maggiori anomalie magnetiche positive della Pianura Padana (Bolis et al., 1981).

Le anomalie risultano, infatti, in larga misura coincidenti con le porzioni più arretrate dell'External Thrust Front e delle zone di incrocio fra gli archi. In particolare l'anomalia presente a sud del Lago di Garda, estesa dal Mantovano fino alla pianura parmense e reggiana, corrisponde alla zona di incrocio tra Emilia Folds" e "Ferrara Folds", mentre l'anomalia presente nella zona di Pavia, estesa nella pianura pavese e allessandrina, corrisponde alla zona di incrocio tra "Emilia Folds" e "Piemonte Folds".

Il Pedepenninic Thrust Front è invece costituito da un margine discontinuo, planimetricamente parallelo al limite morfologico dell'Appennino settentrionale, segmentato da faglie trasversali, coincidenti con alcuni dei principali corsi d'acqua (Stirone, Taro, Enza, ecc.). Si tratta di una serie di thrusts e duplicazioni crostali che hanno determinato il sollevamento e il basculamento dei depositi affioranti nella fascia pedeappenninica.

Le faglie trasversali al Pedepenninic Thrust Front sono inoltre all'origine della suddivisione dell'Appennino settentrionale in settori a differente comportamento tettonico, responsabili altresì della traslazione differenziale dei vari settori dell'Appennino settentrionale come appunto testimoniano le rientranze del margine appenninico tra il F. Taro e il T. Enza e tra i F. Panaro e il F. Reno.

---

<sup>1</sup> L'avanfossa (Dennis 1967) antistante al sistema progradante della falde tettoniche di ricoprimento appenniniche.

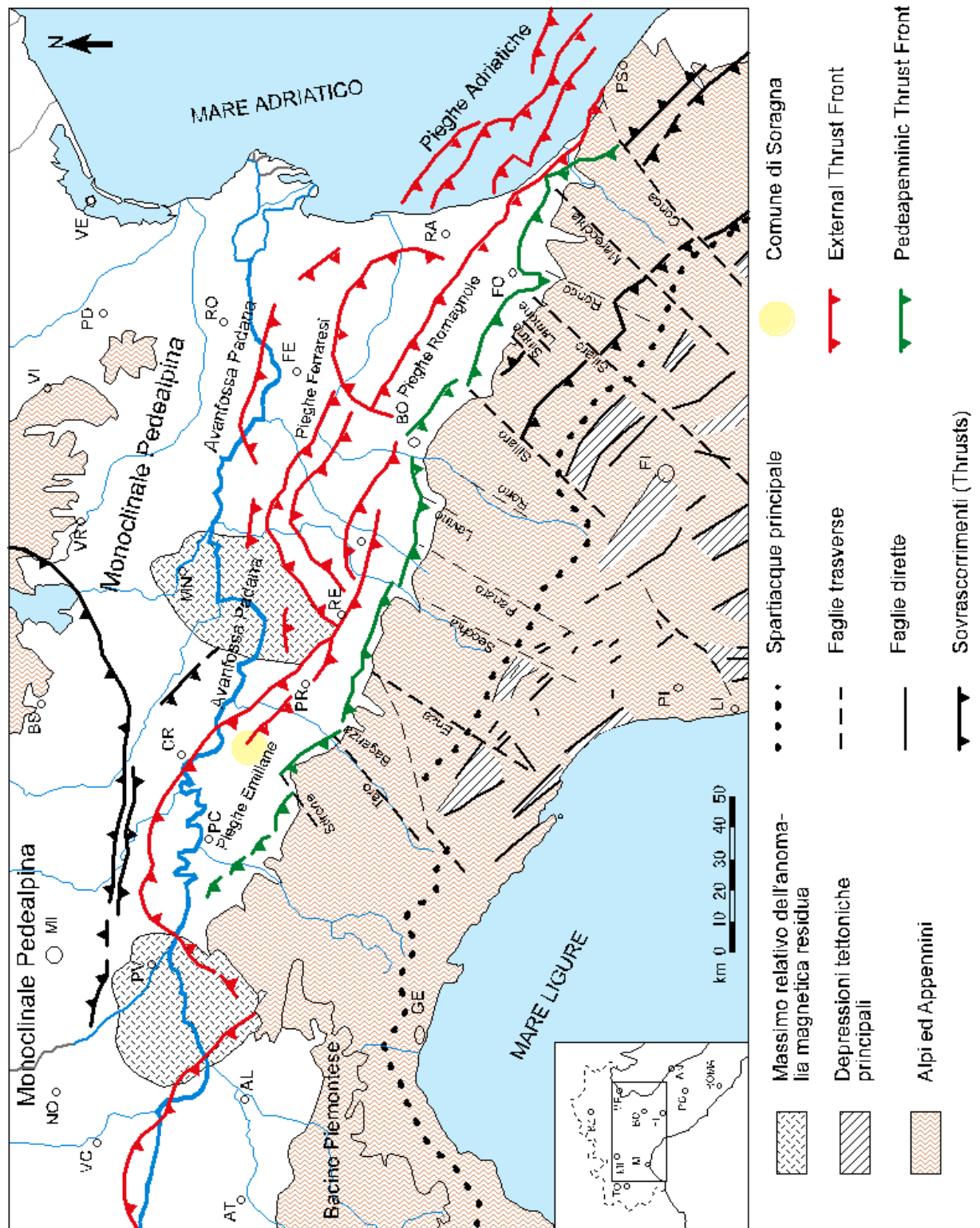


Figura 2.1: Struttura tettonica semplificata dell'Appennino settentrionale e dell'avanfossa padano - adriatica (AGIP 1983; modificato).

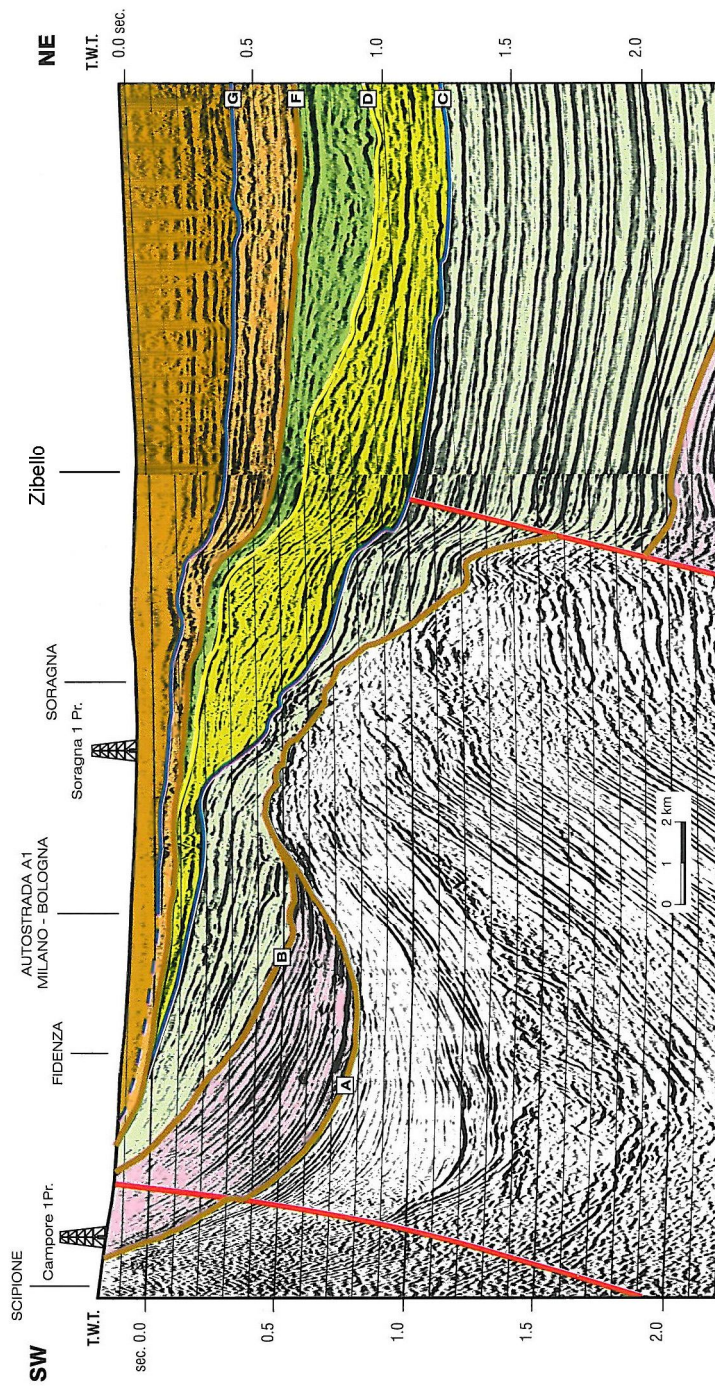


Figura 2.2: Profilo sismico interpretato (da Di Dio et Al., 1997 Modificato AGIP).

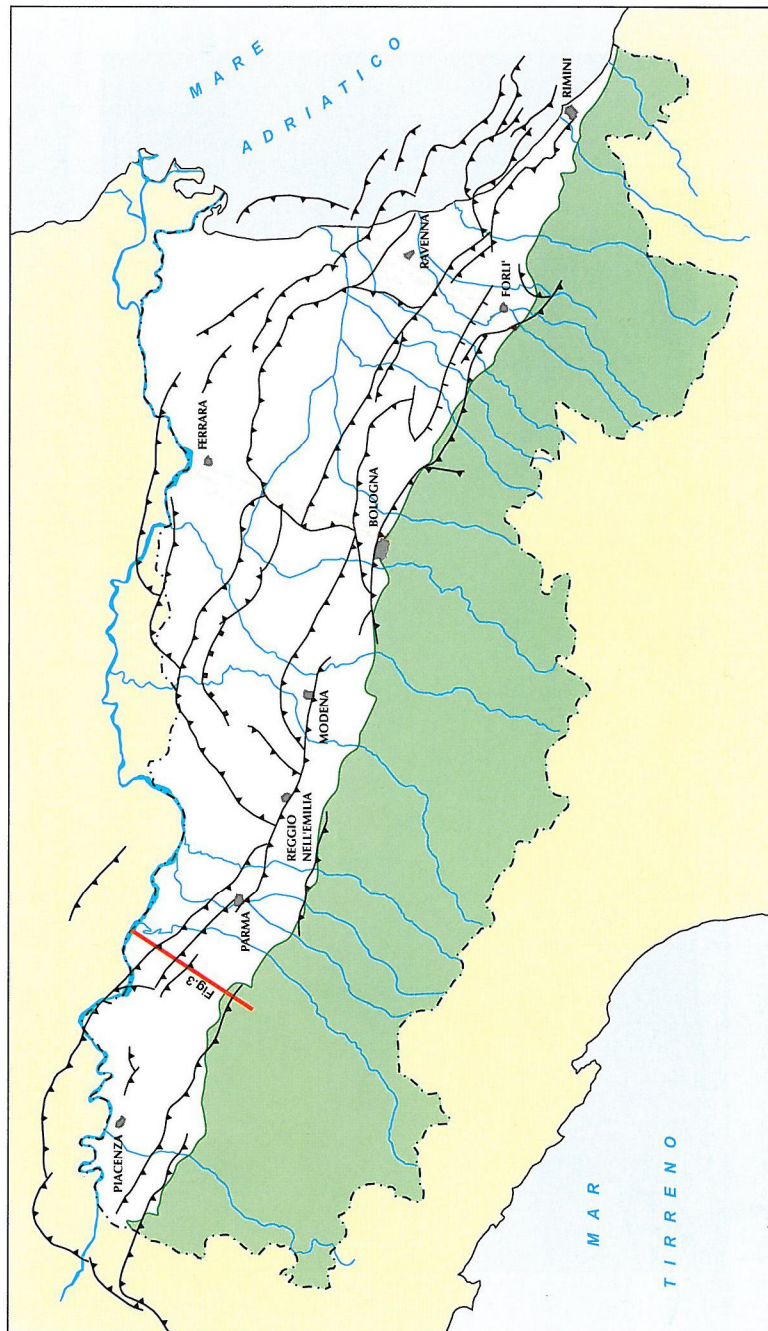


Figura 2.3: Fasi di migrazione della Transizione Scarpata Sottomarina – Piana Bacinale dal Pliocene medio al Pleistocene medio (G. Di Dio 1998)



- la migrazione della Zona di Transizione Scarpata sottomarina - Piana Bacinale (TSB)<sup>2</sup> e conseguentemente quella del depocentro bacinale.

Nell'intervallo di tempo tra un evento tettonico di sollevamento regionale e quello successivo si assistono invece ad importanti fenomeni di subsidenza con notevole sviluppo della sedimentazione, soprattutto per progradazione dei prismi di accrezione, in corrispondenza dei margini del bacino perisuturale padano verso il suo interno.

La complessa evoluzione del Bacino Perisuturale Padano, nelle età che vanno dal Pliocene inferiore all'attuale, può essere riassunta in sette fasi salienti (Di Dio et. al. 1998) rappresentate graficamente nelle Figg. 2.2, 2.3 e 2.4.

1. Zancleano superiore – Piacenziano inferiore (da -3,9 a -3,6 - 3,3 Ma). Evento tettonico di sollevamento regionale che provoca un'importantissima regressione forzata nell'area piemontese sud-orientale e la rapida progradazione della Zona di Transizione Scarpata sottomarina – Piana Bacinale (TSB1 v. Fig. 2.3) fin sul fronte dell'allineamento strutturale Rivergaro - Salsomaggiore, lasciando alle spalle (Provincia di Piacenza e Pavia) un prisma sedimentario fluvio-deltizio, progradante, sormontato sul Margine da un'estesa superficie subaerea d'erosione e/o non deposizione (linea A, Fig. 2.2). In Provincia di Parma si assiste invece alla sedimentazione delle Argille Azzurre o Argille di Lugagnano ampiamente affioranti nel margine morfologico appenninico.
2. Piacenziano – Gelasiano inferiore (da -3,6 - 3,3 a -2,4 Ma). Subsidenza bacinale e quiescenza tettonica relativa inducono una rapida aggradazione e un ampliamento delle aree deposizionali sulla superficie di erosione, formatasi in precedenza sul Margine Appenninico Padano (linea A, Fig. 2.2). Depositi deltizi e costieri, di provenienza appenninica, si sviluppano sulla superficie di discontinuità originando il Supersistema del Pliocene medio-superiore affiorante nel territorio di Piacenza Provincia. In Provincia di Parma si assiste ancora alla sedimentazione delle Argille Azzurre o Argille di Lugagnano ampiamente affioranti nel margine morfologico settentrionale appenninico.
3. Gelasiano inferiore – Pleistocene inferiore (da -2,4 a -2,2 Ma). Evento tettonico di sollevamento regionale che provoca un'importante regressione forzata nell'area emiliana. La Zona di Transizione Scarpata sottomarina – Piana Bacinale (TSB2 v. Fig. 2.3) prograda rapidamente fin sul fronte dell'allineamento strutturale Cortemaggiore - Fontevivo - Reggio Emilia - Modena - Somaglia – Castrocara (attuale External Thrust Front - ETF), lasciando alle spalle un prisma sedimentario fluvio-deltizio, progradante, sormontato sul Margine da un'estesa superficie subaerea d'erosione e/o non deposizione (linea B, Fig. 2.2). In Provincia di Parma si chiude la sedimentazione delle Argille Azzurre o Argille di Lugagnano attraverso la suddetta superficie

---

<sup>2</sup> La TSB è definita in sismica come il punto in cui i riflettori clinoformi della scarpata sottomarina si raccordano

subaerea (linea B) per poi iniziare con contatto basale netto e discordante la sedimentazione dell'Alloformazione del T. Stirone.

4. Pleistocene inferiore – Pleistocene medio (da -2,2 a -0,8 Ma). Subsidenza bacinale e quiescenza tettonica relativa inducono una rapida aggradazione e un ampliamento delle aree deposizionali sulla superficie di erosione formatasi in precedenza sul Margine Appenninico Padano (linea B, fig. 2.2). Depositi fluvio-deltizi, marino-marginali e di piattaforma, di provenienza appenninica, danno origine all'Alloformazione del T. Stirone e all'Alloformazione di Costamezzana. La superficie erosiva di separazione (contatto netto e discordante) tra le suddette alloformazioni è contrassegnata da una ridotta fase sintettonica risalente a circa 1 Ma fa.
5. Pleistocene medio (da -0,8 a -0,65 Ma). Evento tettonico di sollevamento regionale che provoca la più importante regressione forzata del margine padano. La Zona di Transizione Scarpata sottomarina – Piana Bacinale (TSB2 v. Fig. 2.3) progreda rapidamente fin sul fronte dell'allineamento strutturale noto come "Dorsale Ferrarese", lasciando alle spalle un prisma sedimentario fluvio-deltizio, progradante, sormontato sul Margine da un'estesa superficie subaerea d'erosione e/o non deposizione (linea F, fig. 2). Depositi grossolani di fronte deltizio e costieri danno origine al Sintema del Quaternario Marino 3. La base di questi depositi è una superficie di discontinuità regionale, evidente sul terreno e in sismica, la cui origine sembrerebbe dovuta a un'oscillazione eustatica ad alta frequenza, sovrapposta al sollevamento tettonico regionale (linea D, fig. 2). Depositi attribuiti a questa fase e interpretati come riempimento di una valle incisa dal paleo-fiume Taro (Di Dio et Al., 1997a) affiorano lungo il torrente Scodogna sul Margine Appenninico parmense.
6. Pleistocene medio (da -0,65 a -0,45 – 0,35 Ma). Forte subsidenza bacinale e quiescenza tettonica relativa inducono una rapida aggradazione sedimentaria nell'area di pianura attuale, e la contemporanea trasgressione della superficie di erosione formatasi in precedenza sul Margine Appenninico Padano (linea F, fig. 2.3.). Depositi di piana alluvionale e conoide distale, di alimentazione appenninica, corrispondenti a questa fase, affiorano in modo discontinuo in Emilia, tra i torrenti Arda e Panaro (Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore). Verso la fine di questo periodo si verifica un evento minore di sollevamento delle strutture compressive appenniniche; esso è registrato in affioramento da una superficie di discontinuità erosiva (linea G, fig. 3), che, solitamente, separa i depositi di piana alluvionale e conoide distale, citati in precedenza, dai depositi di conoide prossimale sovrastanti. Tale superficie, tracciata in sismica, risulta particolarmente evidente in corrispondenza dei principali fronti strutturali sepolti.
7. Pleistocene medio - attuale (da -0,45 all'attuale). Prosegue la forte subsidenza bacinale e la quiescenza tettonica relativa dello stadio evolutivo precedente. Nell'intervallo tra circa 200.000 e circa 100.000 anni fa, l'ampliamento delle aree deposizionali raggiunge la massima espansione

---

alla base con i riflettori piano-paralleli della piana bacinale. Generalmente corrisponde con il margine del bacino.

sulle superfici di erosione del Margine (linea G, fig. 2.2). Depositi di conoide alluvionale, appartenenti a questa fase, affiorano in modo continuo lungo tutto il Margine Appenninico (Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore); depositi di piana alluvionale, deltizi e costieri, coevi dei precedenti, aggradano nelle aree di pianura attuali. Successivamente, in corrispondenza delle strutture del Margine, si verificano sollevamenti tettonici minori con spostamenti significativi verso valle delle cerniere strutturali che causano la fine della trasgressione e l'inizio del terrazzamento alluvionale.

### 2.3. Stratigrafia

I depositi affioranti nell'area in esame sono stati attribuiti dal Servizio Geologico Regionale al dominio: Dominio Padano Adriatico.

Si tratta di quella serie di unità cosiddette "Neoautoctoni", ovvero sedimentati posteriormente alle principali fasi orogenetiche dell'Appennino Settentrionale; hanno carattere regressivo, con sabbie e peliti torbiditiche alla base, seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio, progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali;

Nei profili sismici si riconosce una sola direzione di progradazione nordest-vergente, originata dai sistemi deltizi ad alimentazione appenninica.

Le unità stratigrafiche del Dominio Padano Adriatico, descritte nel presente studio, rientrano nella classe delle Sequenze Deposizionali sensu Mitchum et Al. (1977). Dal punto di vista gerarchico si distinguono 2 Sequenze Principali (Supersintemi, secondo la terminologia delle U.B.S.U.) denominate come segue:

- Supersintema del Quaternario Marino, costituito da depositi di ambiente marino;
- Supersintema Emiliano-Romagnolo, costituita da depositi di ambiente continentale.

Il Supersintema del Quaternario Marino può essere ulteriormente suddiviso in 3 cicli progradazionali (dal più antico al più recente):

- Alloformazione del Torrente Stirone (Qm1) – (Pliocene superiore - Pleistocene inferiore);
- Alloformazione di Costamezzana (Qm2) - (Pleistocene inferiore – medio);
- Allomembro del Quaternario Marino 3 (Qm3) - (Pleistocene medio).

Il Supersintema del Emiliano Romagnolo può essere ulteriormente suddiviso in 2 sintemi principali (dal più antico al più recente):

- Sintema (o Alloformazione) Emiliano Romagnolo inferiore - (Pleistocene medio);
- Sintema (o Alloformazione) Emiliano Romagnolo superiore - (Pleistocene medio - Olocene).

Nell'ambito del territorio comunale affiora unicamente il Sintema (o Alloformazione) Emiliano Romagnolo superiore che ricopre le unità più antiche.

### **2.3.1. Supersintema del Quaternario Marino**

Il Supersintema del Quaternario Marino, sedimentato tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore, è costituito da terreni paralici e marini depositi al di sopra di una superficie di discontinuità regionale, in corrispondenza del margine padano meridionale (v. Fig. 2.3), e di una superficie di continuità in corrispondenza dell'avanfossa padana e della monoclinale pedealpina<sup>3</sup> (v. Fig. 2.3).

#### **2.3.1.1. Alloformazione del Torrente Stirone (ATS)**

L'Alloformazione del Torrente Stirone (Sintema del Quaternario Marino 1) è costituita da depositi paralici e marini composti da due litofacies in parte eteropiche. Il limite basale è netto e discordante con il Supersintema del Pliocene Medio-Superiore o con altri domini tettonici.

Il limite basale è marcato dalla presenza di un livello calcarenitico di spessore plurimetrico ("calcarenite fossilifera"), rappresentante uno strato guida nei profili sismici; è interpretato come deposito residuale corrispondente alla migrazione dell'antica linea di costa al di sopra della superficie di inconformità basale del Supersintema del Quaternario Marino (Di Dio et al. 1997).

Lo spessore dell'Alloformazione del Torrente Stirone varia da poche decine a circa 1200 metri.

1. Litofacies ATSB: litofacies prevalentemente sabbiosa, localmente associata a ghiaie e peliti fossilifere. Le sabbie sono organizzate in corpi plurimetrici, di notevole estensione laterale, costituiti da strati sabbiosi, gradati e amalgamati e da strati sabbiosi con laminazione piano parallela e hummocky. Sono comuni i livelli ricchi di resti conchigliari. Talora si incontrano corpi ghiaioso-sabbiosi con tessitura ben selezionata, che mostrano strutture di embriciatura e laminazione obliqua. Questi corpi sono intercalati da livelli pelitici o sabbioso pelitici di spessore decametrico: depositi paralici e di fronte deltizio. Lo spessore massimo della litofacies ATSB è di diverse decine di metri.
2. Litofacies ATSA: litofacies prevalentemente fine, costituita da peliti sovente bioturbate e con presenza di fossili marini. Si intercalano strati sottili di sabbie fini, gradati, talvolta con detrito conchigliare alla base e con laminazione piano-parallela oppure di tipo hummocky. Eccezionalmente, intercalati alle peliti, si possono rinvenire livelli con ghiaie e ciottoli in matrice pelitica: depositi di prodelta, piattaforma e scarpata sottomarina. Lo spessore massimo della

---

<sup>3</sup> Al passaggio tra i due domini tettonici la definizione di Allogruppo Quaternario Marino decade a favore della Sequenza Deposizionale sensu Mitchum et Al. (1977).

litofacies a è di circa 420 metri a sud-ovest dell'allineamento Stradella – Corcagnano, mentre esso supera i 1200 metri in corrispondenza della città di Parma.

### **2.3.1.2. Alloformazione di Costamezzana (CMZ)**

L'Alloformazione di Costamezzana (Sintema del Quaternario Marino 2) è costituita grossolanamente da 3 associazioni di facies, sovrapposte ciclicamente e giustapposte, che individuano, nel complesso, un prisma sedimentario costiero con tendenza regressiva e progradante verso nord, nord-ovest:

1. depositi prossimali di delta-conoide: sabbie e ghiaie argillose in strati spessi, frequentemente gradati e amalgamati, con intercalati livelli argillosi sottili, discontinui, biancastri, sterili, alternate a banconi argilloso-limosi con livelli ricchi in resti vegetali lignitizzati;
2. depositi lagunari: sabbie medio-fini in strati sottili e medi con laminazione piano-parallela oppure di tipo hummocky, intercalate a limi argillosi verdi, debolmente bioturbati, contenenti talora macrofaune oligotipiche;
3. depositi di delta-conoide ad alta energia fluviale e marina: sabbie, sabbie ghiaiose e subordinatamente ghiaie ciottolose in strati massivi o con una gradazione diretta poco sviluppata e comunque sovente mascherata dalle frequenti amalgamazioni tra strati successivi che possono inglobare clasti pelitici di dimensioni anche metriche. Frequenti anche la stratificazione obliqua a grande scala e le laminazioni trattive. La matrice delle ghiaie è costituita sempre da sabbia medio grossolana.

Lo spessore complessivo varia da 0 a 400 m circa. Il contatto di base è erosivo o netto e discordante sull'Alloformazione del Torrente Stirone o sul Supersintema del Pliocene Medio-Superiore.

### **2.3.1.3. Sintema del Quaternario Marino 3**

Il Sintema del Quaternario Marino 3 è rappresentato da un prisma sedimentario costiero con tendenza regressiva e progradante verso nord, nord-ovest. Si tratta di limi sabbiosi in strati spessi e molto spessi con intercalazioni sabbiose, d'ambiente litorale; in subordine da ghiaie solitamente alterate, in corpi discontinui a geometria lenticolare, d'ambiente deltizio con locale sviluppo di livelli torbosi e da limi argillosi d'ambiente lagunare.

### **2.3.2. Supersintema Emiliano Romagnolo (ESS)**

Il Supersintema Emiliano Romagnolo, depositosi a partire da circa 800.000 anni BP, è costituito da terreni continentali, sedimentati al di sopra di una superficie di discontinuità regionale, in

corrispondenza del margine padano meridionale (v. Fig. 2.3), e di una superficie di continuità in corrispondenza dell'avanfossa padana e della monoclinale pedealpina<sup>4</sup> (v. Fig. 2.3).

L'unità è suddivisa in due Sintemi: Sintema Emiliano Inferiore e Sintema Emiliano Superiore.

### **2.3.2.1. Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore (LES)**

L'Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore (LES), deposedosi probabilmente tra circa 800.000 e 450.000 anni BP (Pleistocene medio), è un'unità sedimentata in ambiente di piana alluvionale durante un prolungato periodo di subsidenza regionale.

Il contatto di base è netto e discordante, talora erosivo, sull'Allogrupo Quaternario Marino.

La successione stratigrafica è caratterizzata da limi e limi argillosi prevalenti di colore grigio-azzurro, talora con screziature giallo-ocree di ossidazione, con intercalazioni ghiaiose le quali, in corrispondenza dei paleo-apparati fluviali principali (Taro, Baganza, Parma) possono diventare predominanti. Sono frequenti i livelli ricchi in sostanza organica (prevalentemente frustoli carboniosi) e con presenza di gasteropodi continentali: depositi di piana alluvionale e localmente di conoide alluvionale distale.

Nel bacino satellite interno lo spessore del Sintema Emiliano Inferiore è compreso tra 10 e 90 m circa; in corrispondenza della zona di alto strutturale (ETF) il Sintema Emiliano Inferiore è quasi sempre completamente eroso mentre a Nord della stessa aumenta rapidamente di spessore. In corrispondenza di Parma ad esempio presenta una potenza di circa 250 m.

### **2.3.2.2. Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore (UES)**

L'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore è un'Unità alluvionale prevalentemente grossolana, di età Pleistocene medio – Olocene.

Il limite di tetto è rappresentato dalla superficie topografica, mentre il contatto di base è netto e discordante sull'Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore e su tutte le altre unità più antiche.

L'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore è suddivisa in cinque allomembri, che dal più recente a quello più antico sono:

1. Allomembro di Ravenna (AES8)<sup>5</sup>: Pleistocene superiore - Olocene; post circa 20.000 anni B.P;
2. Allomembro di Villa Verucchio (AES7): Pleistocene superiore;
3. Allomembro di Agazzano (AES3): Pleistocene medio;

---

<sup>4</sup> Al passaggio tra i due domini tettonici la definizione di Supesintema o Allogrupo decade a favore della Sequenza Deposizionale sensu Mitchum et Al. (1977).

4. Allomembro di Maiatico (AES2): Pleistocene medio;
5. Allomembro di Monterlinzana AES1: Pleistocene medio.

L'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore è caratterizzata da due direzioni di progradazione: la prima, assiale, est-vergente, originata dal Fiume Po; la seconda, trasversale, nordest-vergente, originata dai sistemi di alimentazione appenninica.

Sulla base delle direzioni di progradazione possono essere individuate le seguenti classi di sistemi deposizionali:

1. pianura alluvionale ad alimentazione appenninica;
2. pianura alluvionale ad alimentazione assiale (paleoPo).

I suddetti sistemi deposizionali, in profondità si presentano interdigitati tra loro in relazione al tasso di apporto sedimentario, alle oscillazioni eustatiche del livello marino e alle fasi di attività e stasi tettonica, che nel corso del riempimento del bacino padano hanno determinato la continua variazione del depocentro bacinale.

#### Sistema deposizionale della Pianura alluvionale ad alimentazione appenninica

La Pianura alluvionale ad alimentazione appenninica si estende dalla Via Emilia e poco oltre, lungo l'asse del T. Parma, e dell'autostrada del Sole lungo l'asse del F. Taro e del T. Enza, fino a qualche chilometro a sud dell'asse fluviale del Po.

Il sistema deposizionale è caratterizzato da depositi prevalentemente fini argillosi e/o limosi attraversati in senso meridiano da corpi nastriformi di ghiaie e sabbie.

Il rapporto tra materiali grossolani e fini risulta generalmente inferiore all'unità.

Oltre i 15 - 20 metri di profondità dal piano campagna (a livello dell'allomembro di Villa Verucchio) il limite settentrionale della Pianura alluvionale ad alimentazione appenninica, precisamente lungo l'allineamento dei centri abitati di Soragna e San Secondo, si trova in posizione più meridionale rispetto al limite riscontrabile nello strato superficiale. In profondità si rinvengono, infatti, potenti bancate sabbiose, riferibili ad antichi paleovalvei del fiume Po, a testimonianza della migrazione del corso d'acqua medesimo verso nord. Il tratto di pianura, con la successione sedimentaria descritta, è definita anche "Pianura a crescita verticale" o "Pianura alluvionale".

---

<sup>5</sup> Per la descrizione si rimanda al successivo cap.3.3.

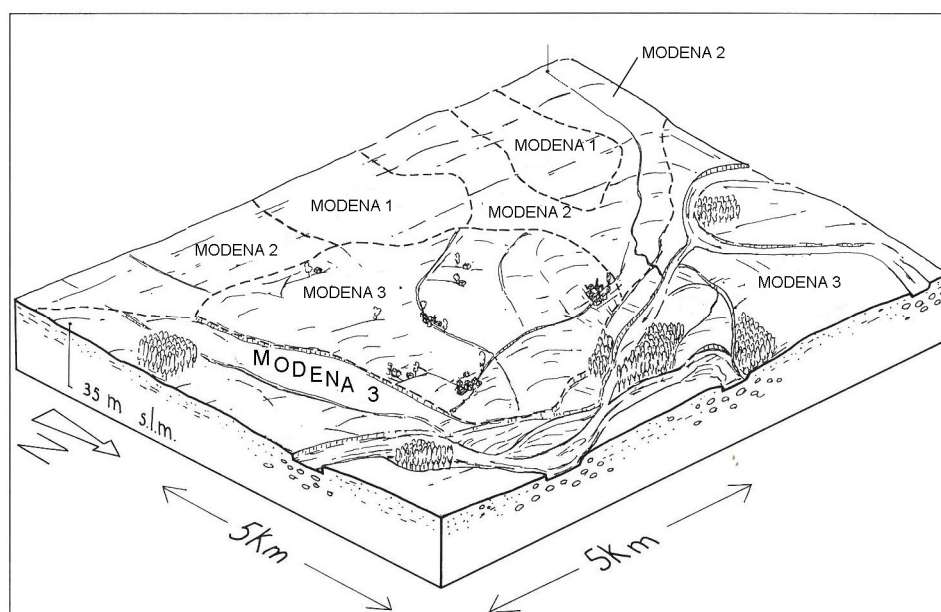


Figura 2.5: Conformazione del rilievo del sistema deposizionale della Piana alluvionale ad alimentazione assiale (tratta da "I suoli dell'Emilia Romagna" 1994).

#### Sistema deposizionale della Pianura alluvionale ad alimentazione assiale (paleoPo)

La Pianura alluvionale ad alimentazione assiale in provincia di Parma si estende dall'asse del Fiume Po per circa qualche chilometro in direzione sud.

Il sistema deposizionale è caratterizzato da spesse bancate di sabbie prevalenti e ghiaie con locali intercalazioni lentiformi di argille e limi; il rapporto tra materiali grossolani e fini risulta alto.

Il tratto di pianura con la successione sedimentaria descritta è definito anche "Piana di meandreggiamento del Fiume Po".

Oltre i 10 - 20 metri di profondità dal piano campagna (a livello dell'allomembro di Villa Verucchio) il limite tra Pianura alluvionale ad alimentazione assiale e pianura alluvionale ad alimentazione appenninica si trova in posizione più meridionale, precisamente lungo l'allineamento dei centri abitati di Soragna, San Secondo e San Polo (Comune di Torrile).

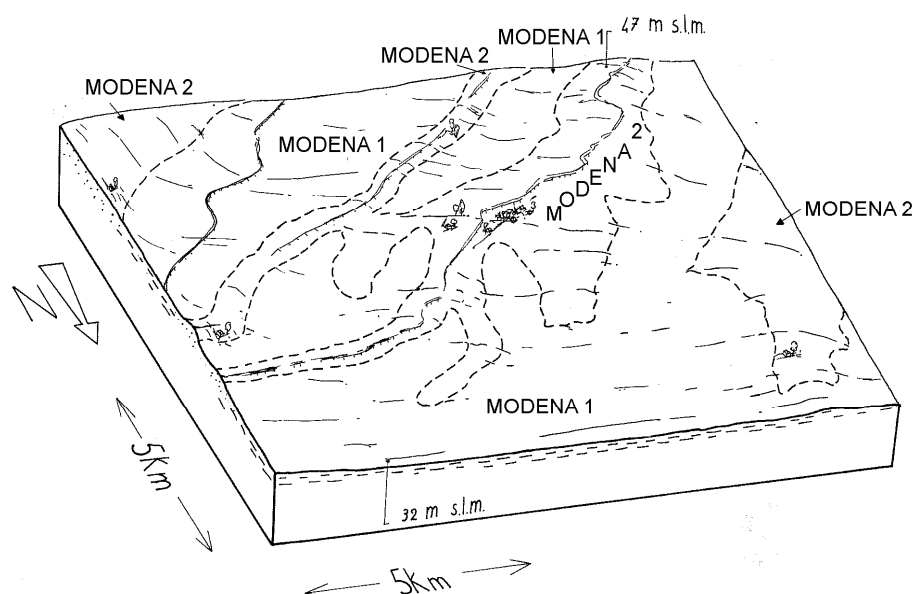


Figura 2.6: Conformazione del rilievo del sistema deposizionale della Piana alluvionale ad alimentazione appenninica (tratta da "I suoli dell'Emilia Romagna" 1994).

#### 2.4. Caratteristiche geologiche locali di dettaglio del Comune di Soragna

I depositi affioranti nel territorio comunale di Soragna sono stati cartografati nella Tav.01 (GEOLOGIA alla scala 1:10.000). Le unità geologiche definite in legenda sono state individuate sulla base delle loro caratteristiche morfologiche, stratigrafiche e pedologiche (profilo di alterazione dei suoli; per una sezione verticale con spessore di almeno 1,5 m).

Nella zonizzazione geologica, oltre al rilievo di dettaglio in sito, sono state consultate anche le seguenti documentazioni cartografiche:

- Carta geologica dei depositi quaternari della Provincia di Parma (1996). Servizio Cartografico - Ufficio Geologico della Regione Emilia Romagna;
- I suoli dell'Emilia Romagna - Carta 1:250.000 (1994). Servizio Cartografico - Ufficio Geologico della Regione Emilia Romagna;
- Progetto CARG a cura della Regione Emilia-Romagna:

Nel complesso i depositi affioranti sono relativi all'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore. Di tale unità affiora unicamente la sottounità definita in letteratura geologica come Allomembro di Ravenna.

### **2.4.1. Allomembro di Ravenna**

L'allomembro di spessore massimo di circa 20 metri è suddiviso in due unità: Modena e Idice. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m ed è di tipo A/Bw/Bk(C). Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sull'Allomembro di Villa Verucchio.

#### **2.4.1.1. UNITA' IDICE**

L'unità Idice è sedimentata nell'intervallo temporale compreso tra i 20 - 18.000 e i 1.500 anni fa e nel territorio del Comune di Soragna è sempre sepolta.

L'unità Idice è costituita da depositi prevalentemente argillosi e limosi, localmente attraversata in senso meridiano da corpi nastriformi di terreni sabbiosi e tendenzialmente sabbiosi asseribili ad antichi paleoalvei del T. Stirone e del T. Rovacchia.

#### **2.4.1.2. UNITA' MODENA**

L'unità Modena è costituita da una successione sedimentaria la cui deposizione è inquadrabile nell'ambito degli eventi alluvionali che hanno caratterizzato gli ultimi 1.500 anni di storia evolutiva (post IV-VII sec. d.C.).

I depositi che costituiscono questa unità sono stati suddivisi, sulla base della differenziazione genetica e stratigrafico-sedimentologica, in 2 sottounità:

- sottounità Modena 1: Depositi di piana inondabili, costituiti da argille e limi con rare intercalazioni sabbiose;
- sottounità Modena 2: Depositi di argine naturale, costituiti in prevalenza da limi argillosi e limi sabbiosi, in subordine sabbie fini, ai quali si intercalano livelli generalmente decimetrici di sabbie medie e/o grossolane.

#### Sottounità Modena 1

La piana inondabile, in senso paleogeografico, caratterizza la parte centrale delle zone perifluviali ed è delimitata dai sistemi di argine naturali paralleli ai corsi d'acqua; in passato rappresentava la zona di raccolta delle acque di piena tracimate dagli alvei incisi.

La conformazione del rilievo è caratterizzata da lembi marginali di vaste depressioni con pendenze che variano tipicamente da 0,05 a 0,2%. Si tratta per lo più di superfici piane a profilo concavo con ondulazioni e modesti rilievi riferibili a depositi di argine del reticolo idrografico minore.

Tali superfici sono inoltre solcate da una fitta rete di canali artificiali per il deflusso delle acque di scorrimento superficiale. I corpi idrici, in alcuni casi sono impostati in corrispondenza di antichi drenaggi naturali, per il resto sono il frutto degli interventi di bonifica agraria operati dal medioevo fino ai nostri giorni.

I depositi di piana inondabili sono i materiali più fini del sistema di pianura alluvionale; predominano infatti limi e argille di decantazione con rare intercalazioni sabbiose in strati generalmente centimetrici. Localmente si rinvengono anche livelli torbosi.

I suoli di questa sottounità sono pianeggianti con pendenza compresa tra 0,05 e 0,1%.

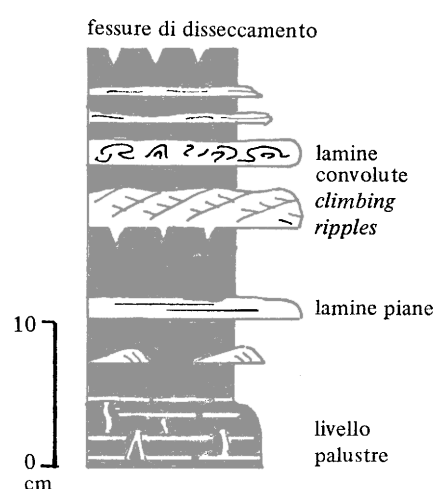


Figura 2.7: Tipica sequenza deposizionale di un deposito di piana inondabile (in grigio i limi e le argille e in bianco le sabbie)

### Sottounità Modena 2

I depositi di argine naturale caratterizzato aree marginali ristrette in fasce tra le quali si distinguono le zone a tergo del T. Stirone e del T. Rovacchia e lungo l'allineamento delle località Casa Lazzari – Samboseto e della frazione di Diolo.

La conformazione del rilievo è rappresentata da dossi debolmente rilevati, rispetto il piano campagna circostante.

Essi presentano generalmente una forma allungata secondo l'asse del corso d'acqua e sono caratterizzati da un profilo trasversale convesso con pendenza dell'ordine dello 0.2%.

La successione stratigrafica è costituita da un alternanza di sabbia fine e limo strutturati con argilla (v. Fig. 2.8). La frequenza dei livelli sabbiosi tende ad aumentare verso l'alto (sequenza negativa)

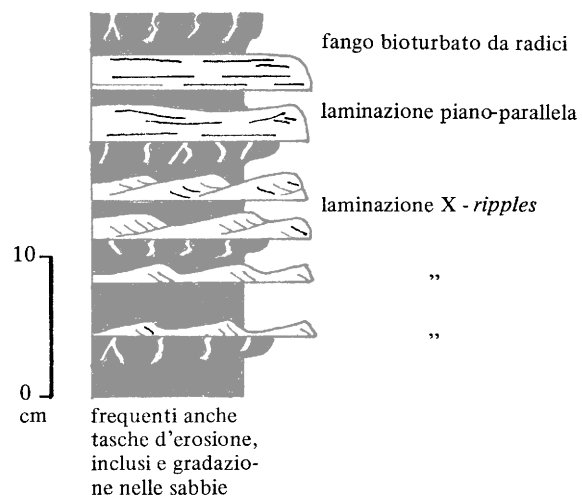


Figura 2.8: Tipica sequenza deposizionale di un deposito di argine naturale e dosso fluviale (in grigio i limi e le argille e in bianco le sabbie)

### **3. GEOMORFOLOGIA**

L'attuale assetto geomorfologico del Comune di Soragna è il risultato dell'effetto combinato di alterne vicende climatiche di varia intensità, lente deformazioni tettoniche ed interventi antropici, che si sono imposti negli ultimi millenni ed hanno direttamente interagito sulla rete idrografica.

L'area di progetto ricade in quel settore di pianura a crescita verticale che si estende a nord della via Emilia e dell'Autostrada A1, estendendosi in direzione Nord fino all'Autostrada del Sole, compresa ad ovest dallo scolo Fontana, ad est dal T. Rovacchia ed attraversata in senso meridiano dal T. Stirone.

Essa si raccorda a sud con la pianura pedemontana, tramite un passaggio graduale ed eteropico.

Il limite morfologico tra la pianura pedemontana e la pianura a crescita verticale è definito da una sensibile diminuzione del gradiente topografico, da un netto calo del rapporto tra sedimenti grossolani e fini e dal passaggio di un modello fluviale con corso a canali intrecciati prevalenti a un modello fluviale con corso meandriforme. Nella zona del T. Stirone il limite corrisponde approssimativamente al sistema infrastrutturale dell'Autostrada del Sole.

Nell'ambito geografico in esame i corsi d'acqua sono rimaste le uniche zone che mantengono ancora, nonostante i massicci interventi di regimazione (arginature, pennelli, traverse, ecc.), un alto grado di naturalità con frequenti emergenze morfologiche.

Contrariamente le aree perfluviali esprimono il congelamento di una situazione originatasi antecedentemente alla limitazione degli alvei fluviali entro percorsi prefissati, in cui le opere di bonifica agraria, infrastrutturazione ed insediamento hanno conferito al rilievo un assetto costante ed uniforme livellando tutte le asperità del terreno. Le superfici del suolo conservano tuttavia, anche se in forma relittuale, ancora le tipiche geometrie dell'ambiente fluviale.

#### **3.1. Pianura a crescita verticale**

La pianura a crescita verticale è caratterizzata dalla continua sovrapposizione sulla verticale degli apporti fluviali terrigeni; processo deposizionale agevolato dal regime di costante subsidenza e dalla ridotta capacità a divagare dei corsi d'acqua, confinati all'interno dei propri argini naturali (attualmente dai rilevati arginali artificiali).

Antecedentemente ai massicci interventi di regimazione idraulica, i canali fluviali, non essendo in grado di contenere la maggior parte delle piene stagionali, andavano soggetti a frequenti e ripetute tracimazioni.

Le acque uscendo dagli alvei depositavano i materiali più grossolani (sabbie e/o limi) nelle immediate vicinanze, contribuendo così alla costruzione degli argini naturali, e più fini (limi e/o argille) nelle aree

distali (piane perfluviali) dove l'energia del flusso, e quindi la capacità di trasporto, diminuisce progressivamente.

All'interno dell'ambiente di pianura a crescita verticale si possono individuare 3 sottoambienti principali: gli argini naturali o dossi fluviali, le piane inondabili e gli alvei incisi.

### **3.1.1. Argini naturali o dossi fluviali**

Gli argini naturali o dossi fluviali si estendono sia lato degli alvei fluviali, sia all'interno delle piane inondabili rispecchiando nel complesso la rete idrografica superficiale sia recente sia antica. Si tratta di strutture positive sospese di alcune decine di decimetri sopra il piano basale della pianura.

Gli argini naturali (cosiddetti) si estendono con continuità parallelamente e a lato dell'alveo inciso o della zona golenale, mentre i dossi fluviali (cosiddetti) caratterizzano le piane inondabili. Entrambi le forme, geneticamente lo stesso elemento deposizionale, presentano una forma allungata in direzione nord/nord-est e risultano spesso livellati dalle attività di bonifica agraria.

Gli argini naturali e i dossi fluviali sono geometricamente caratterizzati da un profilo trasversale convesso e da una sezione triangolare con pendenza forte verso l'interno dell'asta fluviale e più dolce verso la piana interfluviale, dell'ordine dello 0,2%.

Localmente sono presenti dei ventagli di rotta caratterizzati in pianta da una forma di lobo o lingua, come un piccolo delta o conoide.

I dossi delle piane inondabili presentano invece una forma ellissoidale allungata con superfici convesse verso l'alto.

### **3.1.2. Piane inondabili**

Le piane inondabili si estendono tra i corsi d'acqua nelle parti più interne della zone perfluviali, comprese tra gli argini naturali. A differenza dei dossi o degli argini naturali costituiscono aree depresse e presentano una morfologia piatta a profilo concavo con pendenze minori dello 0,05%, anticamente sede di zone umide.

Al loro interno sono talora individuabili strutture negative (aree depresse) topograficamente inferiori rispetto alle altre zone circostanti, oppure strutture positive allungate in direzione nord/nord-est a costituire i cosiddetti dossi fluviali.

Le aree depresse costituiscono talora ampi catini molto svasati, nei quali le curve di livello possono descrivere linee chiuse, esprimendo situazioni di drenaggio difficoltoso, mentre i dossi fluviali descrivono curve di livello a becco d'anatra pronunciato in direzione nord/nord-est.

### 3.1.3. Corsi d'acqua

I corsi d'acqua che interessano la pianura a crescita verticale sono caratterizzati da alvei meandriiformi o molto sinuosi.

Procedendo da monte a valle si verifica la diminuzione del gradiente topografico e quindi della competenza del corso d'acqua. Ad esso si accompagna una progressiva riduzione delle classi granulometriche con aumento del grado di cernita.

I sedimenti di fondo alveo, prima costituiti da ghiaie prevalenti, passano a limi prevalenti e l'asta fluviale acquista una forma tipicamente a meandri o comunque con un andamento molto sinuoso.

I meandri e/o le anse fluviali risultano in evoluzione relativamente rapida, indotta dall'erosione laterale esercitata dalla corrente fluviale e dalla erodibilità delle litologie (limi e argille) costituenti le sponde (v. Fig. 3.1).

Gli argini naturali, che si estendono lateralmente all'alveo inciso, per effetto delle acque di tracimazione sono soggetti ad un'abbondante sedimentazione che innalza il piano campagna determinando un progressivo aumento del dislivello tra il fondo alveo e la zona di esondazione.

L'aumento degli argini naturali in altezza tende però a limitare la frequenza delle esondazioni, cosicché la sedimentazione avviene prevalentemente nell'alveo inciso determinando quindi una tendenza al sovralluvionamento.

I processi intercorrenti tra l'alveo inciso e le zone rivierasche determinano un continuo innalzamento del livello di base, che porta i corsi d'acqua ad essere sospesi sopra la pianura circostante. Questo processo risulta attualmente amplificato dai rilevati arginali che, precludendo la fuoriuscita delle acque di tracimazione dalle zone golenali, comporta la formazione dei cosiddetti alvei pensili.

In superficie la conformazione del rilievo acquista quindi un andamento leggermente ondulato con aree rilevate ("dossi") in corrispondenza dei corsi d'acqua e dei paleoalvei, rendendoli più o meno pensili, e aree vallive depresse, più o meno ampie, nelle zone perfluviali.

Il pericolo che il corso d'acqua cambi tracciato nelle conche bacinali limitrofe non è infrequente; in occasione delle piene più significative si può verificare la creazione di un intaglio nell'edificio fluviale pensile, e l'individuazione di un nuovo percorso. In corrispondenza del nuovo tracciato sarà in futuro realizzato un nuovo dosso fluviale latitante al precedente.

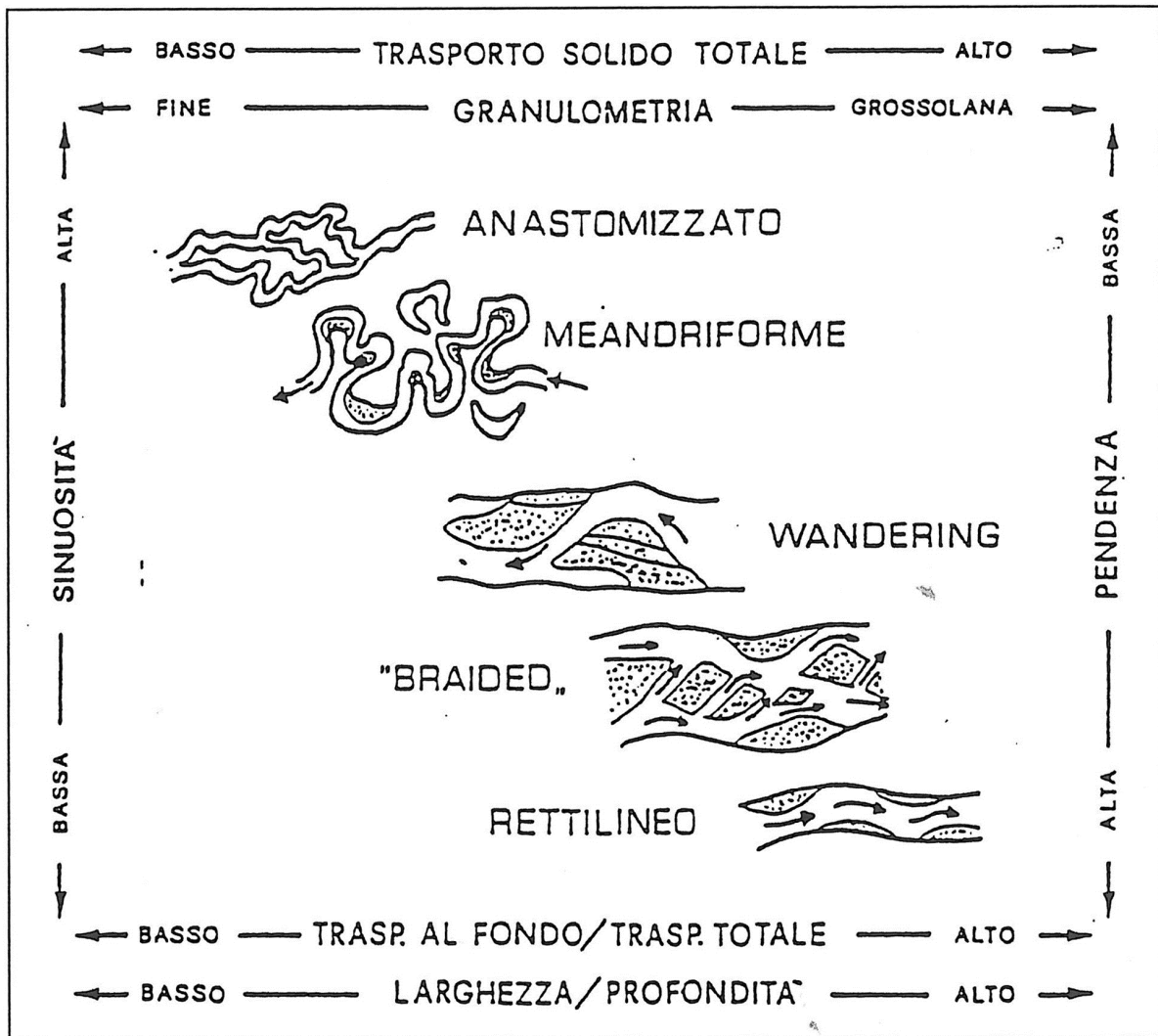


Figura 3.1: Classificazione schematica delle principali morfologie d'alveo di base ai principali fattori che la determinano (da Billi, 1987)

### 3.1.4. Il T. Stirone e il T. Rovacchia

Il T. Stirone e il T. Rovacchia, come descritto nel precedente capitolo, presentano una configurazione di drenaggio tipicamente a canale singolo molto sinuoso, talora meandriforme, dall'Autostrada A1 fino all'altezza del capoluogo e della S.C. Rossetti. Procedendo verso nord la configurazione di drenaggio rimane a canale singolo, ma l'andamento diviene quasi rettilineo e solo verso la confluenza T. Stirone T. Rovacchia aumenta l'indice di sinuosità espletato da ampie anse fluviali.

La litologia di fondo alveo è prevalentemente ghiaiosa a sud di Soragna per il T. Stirone e a sud della S.P. di Busseto per il T. Rovacchia. A nord dei citati limiti la litologia diviene prevalentemente sabbiosa e limosa.

L'assetto della configurazione di drenaggio del T. Stirone e del T. Rovacchia, come descritto in precedenza, non dipende esclusivamente dai fattori elencati in Fig. 3.1, ma è soggetta a delle implicazioni di carattere tettonico.

Analizzando, infatti, la posizione delle proiezioni sulla superficie topografica dei sovrascorrimenti sepolti (Tav. 01) si evince una stretta correlazione tra la variazione della configurazione di drenaggio dei corsi d'acqua e le deformazioni che caratterizzano il sottosuolo del territorio di Soragna

Tali strutture di scollamento tettonico, seppur in quiescenza tettonica, sono all'origine di impercettibili flessure sulla superficie topografica, in grado di condizionare l'assetto planimetrico del T. Stirone e del T. Rovacchia, a testimonianza di una relativa attività geodinamica.

### **3.1.5. Sistema idrografico superficiale minore**

Altro significativo aspetto paesaggistico evidente sia nella piana pedemontana che nella piana alluvionale a crescita verticale, è la tessitura del sistema idrografico minore ampiamente modificata e estesa nel corso del periodo storico dalle opere di bonifica agraria.

La rete idrografica minore è infatti rappresentata da una fitta serie di cavi, canali e fossi artificiali, o perlomeno con un evidente grado di antropicità, frutto degli interventi di miglioramento fondiario operati al fine di assicurare ai terreni agricoli un sufficiente e regolare drenaggio nei periodi di pioggia ed un'adeguata dotazione di acque irrigue nei mesi asciutti.

Nel territorio comunale di Soragna sono distinguibili tre differenti classi di drenaggio:

- drenaggi naturali: sono costituiti da rii e piccoli corsi d'acqua nei quali a tratti prevale la componente antropica; essi incidono il materasso alluvionale con percorsi circa rettilinei seguendo la direzione d'immersione del piano campagna verso N-NE;
- drenaggi connessi alla centuriazione di età romana; si sviluppano in diversi settori del territorio comunale; si tratta di una tessitura idrografica che riflette la disposizione degli elementi della centuriazione (il decumano massimo, i cardini e i decumani) i quali si intersecano ortogonalmente formando quadri di terreno con superficie rigorosamente pari a 200 iugeri, circa 50 ettari;
- drenaggi dovuti a bonifiche medioevali e moderne nelle aree palustri; si estendono in tutta l'area in esame a parte le zone di insediamento della centuriazione romana; sono caratterizzati da una geometria che definisce particelle relativamente piccole quadrangolari perfettamente adattate alla morfologia del territorio; si possono distinguere drenaggi a maglie rettangolari delimitate da canali regolari, drenaggi a maglie rettangolari strette delimitate da drenaggi longitudinali e, infine, drenaggi disposti a fitta rete di canali paralleli e ravvicinati.

Dall'esame della distribuzione spaziale delle due differenti tipologie di drenaggio si evince che le aree aventi, nel regolare incrocio di strade e canali, persistenze della centuriazione romana, sono tutte

collocate nei settori topograficamente più elevati e morfologicamente più stabili. Questi elementi, per la duratura permanenza sul territorio, giustificano a loro volta la stabilità morfologica e la perfetta aderenza della pianificazione romana al paesaggio.

Qualora fossero, dunque, presenti delle brusche interruzioni o delle rilevanti discontinuità nel tessuto centuriale è ipotizzabile l'intervento di un fattore fisico (ad es. il mutamento del tracciato di un corso d'acqua; paleoalvei) a modificare profondamente l'assetto territoriale e, quindi, il drenaggio superficiale.

### **3.1.6. Antichi tracciati fluviali**

Dall'esame morfologico e litostratigrafico dell'area in esame, unitamente alle informazioni desumibili dalla letteratura specializzata, si evince la presenza di due antichi paleoalvei del T. Stirone, dei quali uno ad ovest di Soragna lungo l'allineamento delle località Casa Lazzari e Samboseto, e l'altro in località Diolo.

La superficie topografica è caratterizzata da due dossi fluviali che attraversano in senso meridiano la zona perifluviale compresa tra lo Scolo Fontana ad ovest e il T. Stirone ad est.

Oltre al profilo trasversale convesso del piano campagna nel sottosuolo sono presenti corpi nastriformi prevalentemente sabbiosi.

### **3.2. Attività geodinamica**

Per la pianura padana non esistono lavori a scala regionale che segnalano aree a diversa velocità di abbassamento o innalzamento. L'unico lavoro finora disponibile, la "Carta neotettonica dell'Appennino settentrionale" (Bartolini *et alii*, 1982), per il periodo Pleistocene medio – Presente, considera tutto l'Appennino emiliano-romagnolo in sollevamento o abbassamento senza individuare zone a diverso tasso di crescita o decrescita.

Sulla base delle quote dei terrazzi datati, risulta evidente che lungo il margine appenninico-padano i maggiori sollevamenti si registrano tra il Reno e il Taro in Emilia, dal Bidente al Savio in Romagna (>1 mm/anno), mentre i sollevamenti minori si registrano nell'Emilia occidentale (a ovest del Taro) e nella Romagna occidentale tra il Santerno e il Montone (<1 mm/anno).

Per le restanti aree, dove poche sono le indicazioni ricavabili dai terrazzi, non è possibile una stima quantitativa dei sollevamenti. Tuttavia, è possibile, sulla base di dati morfostrutturali, riconoscere, naturalmente con una certa approssimazione, aree a diverso grado di sollevamento, recente e in atto.

Le aree più sollevate, per la presenza di finestre tettoniche, assottigliamenti della coltre alloctona ligure ed epiligure, la presenza di alti strutturali della successione carbonatica e riattivazioni di sovrascorrimenti e formazioni di *thrusts* fuori sequenza, sono l'alto Appennino emiliano (tasso >1

mm/anno) e tutto l'Appennino romagnolo a monte del sovrascorrimento individuato nel basamento; risultano invece meno sollevati, per il forte spessore della coltre alloctona, il basso e medio Appennino piacentino, modenese e bolognese, (tasso <1 mm/anno) cioè tutti i settori a valle del raddoppio.

Il Comune di Soragna, sulla base di quanto riportato è soggetto a movimenti verticali negativi tuttora in atto. Il valore della subsidenza è < 1 mm/anno; sembrerebbe apparentemente ridotto anche se occorre sottolineare l'effetto del sollevamento indotto dalle strutture tettoniche sepolte.

Il fenomeno della subsidenza è un lento e generalizzato abbassamento della superficie topografica che risulta particolarmente attivo nei livelli corticali del sottosuolo e tende a smorzarsi con la profondità.

Questo fenomeno è manifesto in particolare modo nei depositi alluvionali a granulometria fine (limi ed argille) di recente formazione, mentre risulta meno evidente nelle zone di affioramento dei depositi a granulometria grossolana quali le sabbie.

Le cause generatrici della subsidenza possono avere origini sia naturali sia artificiali. La subsidenza naturale si rivela su grandi areali, non visibili a livello locale, ed è indotta dal lento consolidamento della copertura alluvionale quaternaria per le variazioni dei livelli piezometrici e per il carico litostatico dei sedimenti accumulati sulla verticale dai corsi d'acqua.

Gli effetti sulle opere d'arte possono essere considerati trascurabili, purché i terreni di fondazione presentino caratteristiche geotecniche areali uniformi. In questi casi l'abbassamento della superficie topografica interessa vaste aree senza indurre cedimenti differenziali alle fondazioni dei fabbricati.

La subsidenza artificiale si verifica invece su piccole aree ed è provocata principalmente dalle seguenti cause:

- l'eccessivo emungimento di acqua che in genere interessa aree corrispondenti al cono d'influenza dei pozzi idrici;
- le vibrazioni di macchine o del traffico veicolare che comporta la riorganizzazione delle particelle di terreno determinandone la compattazione;
- le variazioni dello stato di consistenza del terreno, per effetto di escavazioni.

Il fenomeno può risultare estremamente pericoloso per la stabilità dei fabbricati, perché può far insorgere sensibili cedimenti differenziali.

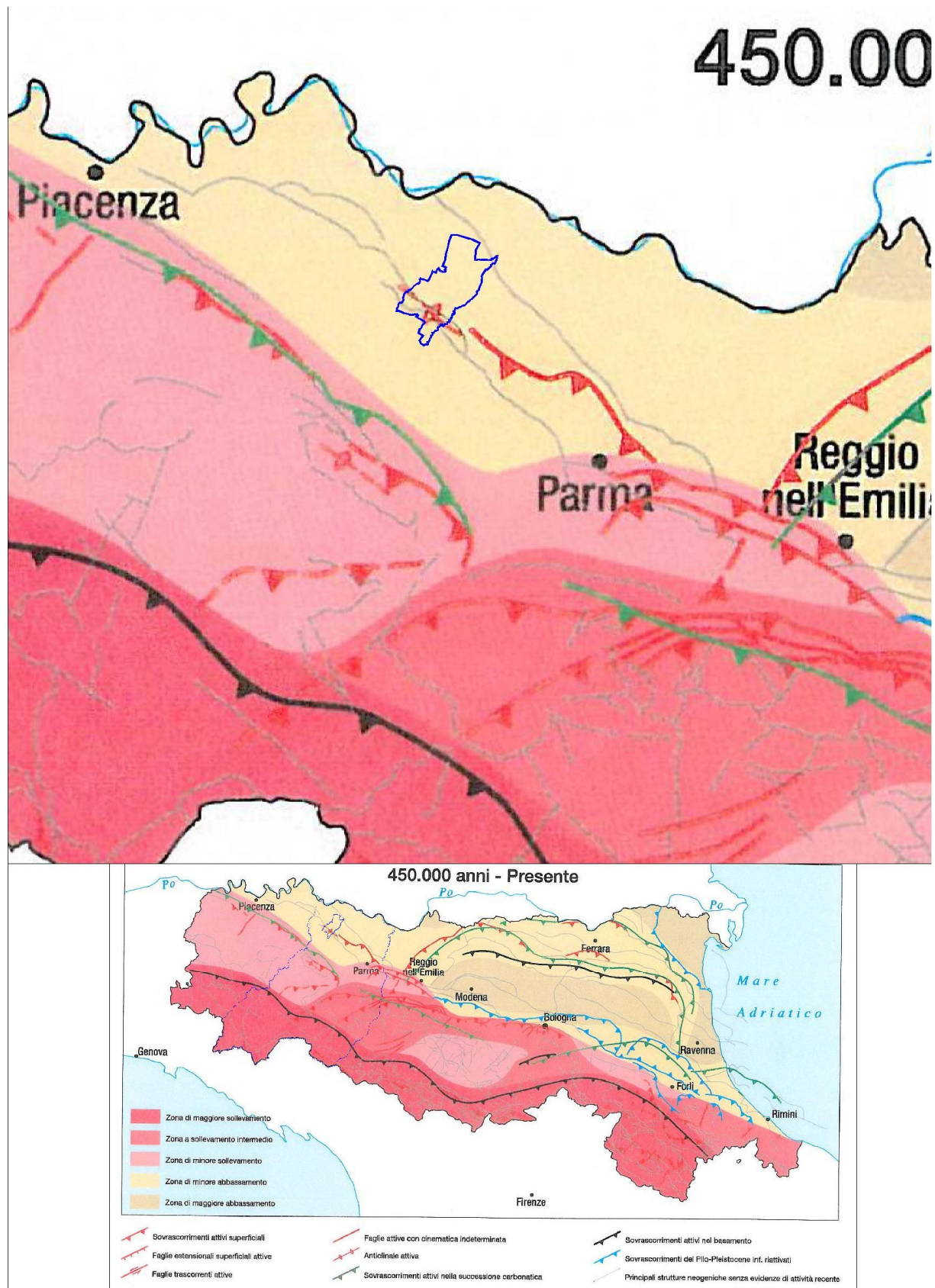


Figura 3.2: Attività geodinamica

#### **4. ASSETTO STRATIGRAFICO**

Tutto il territorio del comune di Soragna fino alla profondità di circa 15 – 20 metri dal piano topografico è caratterizzato da depositi prevalentemente fini argillosi e/o limosi attraversati in senso meridiano da corpi nastriformi di ghiaie e sabbie afferibili ad antichi paleoalvei del T. Stirone e del T. Rovacchia.

Il rapporto tra materiali grossolani e fini risulta inferiore all'unità.

A partire dall'allineamento dei centri abitati di Soragna e San Secondo, procedendo in direzione nord oltre i 10 - 20 metri di profondità dal piano campagna (a livello dell'allomembro di Villa Verucchio), si rinvencono, invece, potenti bancate sabbiose, riferibili ad antichi paleoalvei del fiume Po.

##### **4.1. Depositi prevalentemente limosi**

L'ambiente deposizionale tipico è quello delle fasce laterali ai corsi d'acqua dove si sviluppa il sistema degli argini naturali: Depositi di argine prossimale e argine distale (v. Tav. 01).

Le granulometrie limose e tendenzialmente limose decantano, già durante le fasi di piena, sia nei pressi della zona di fuoriuscita dall'alveo inciso sia nelle zone più distali, ma sempre in presenza di correnti trattive in grado di mantenere in sospensione le particelle più fini. In questi due domini la granulometria è strettamente correlata all'entità della piena fluviale e delle modalità di esondazione (per tracimazione o per rotta fluviale).

Nel caso di esondazione per tracimazione la lama d'acqua ha generalmente l'energia sufficiente per il solo trasporto dei limi e delle argille. Nel caso invece di esondazione per rotta del sistema di argini naturali la fuoriuscita di correnti incanalate possiede energia sufficiente oltre che per le argille e i limi anche per le sabbie, soprattutto fini.

L'alternanza delle suddette tipologie d'esondazione, in relazione all'entità della piena fluviale, dell'energia della corrente fluviale e della lontananza dal punto di tracimazione generano la formazione di depositi con alto assortimento granulometrico, ben centrato sui limi, in cui si osserva la sovrapposizione e l'alternanza di livelli limosi, limo argillosi, limo sabbioso-argillosi ed argillo-sabbioso-limosi.

##### **4.2. Depositi prevalentemente argillosi**

L'ambiente deposizionale tipico è quello delle zone più interne delle aree perfluviali e lontane dei corsi d'acqua: Depositi di piana inondabile (v. Tav. 01).

In tali ambienti le piene fluviali esondate dai propri alvei incisi, dopo aver attraversato il sistema di argini naturali esauriscono la loro corsa nelle vaste depressioni della piana inondabile. Qui l'assenza

di turbolenza delle acque, prive o quasi di correnti trattive, comportano la decantazione delle particelle più fini.

Le particelle d'argilla, essendo dotate di raggio idraulico minimo  $< 2 \mu$ , necessitano, infatti, per la sedimentazione zone prive di deflusso con acque praticamente ferme e stagnanti.

I depositi che si accumulano nella piana inondabile sono quindi i materiali più fini del sistema di pianura alluvionale. Si tratta prevalentemente di argille limose e limi argillosi; la percentuale di sabbia è sempre scarsa, mentre la frazione limosa può arrivare a percentuali pari a circa il 50%.

#### **4.3. Depositi prevalentemente sabbiosi**

I depositi prevalentemente sabbiosi si rinvengono a partire dall'allineamento dei centri abitati di Soragna e San Secondo, procedendo in direzione nord, oltre i 10 - 20 metri di profondità dal piano campagna.

Sono localmente presenti nei depositi di argine prossimale e nei depositi in evoluzione (v. Tav. 01), in sistemi nastriformi ad andamento meridiano.

Tali terreni sono caratteristici di ambienti deposizionali di alta energia, in cui la sedimentazione è dominata dagli apporti grossolani lasciati dalle correnti trattive. Si tratta del tipico ambiente di canale, riscontrabile nel Fiume Po e nei suoi affluenti.

## 5. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

### 5.1. Inquadramento Idrostratigrafico e Idrogeologico<sup>6</sup>

L'IDROSTRATIGRAFIA è quella branca della geologia che studia l'architettura dei Bacini Idrogeologici attraverso la definizione e la mappatura delle UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE.

Le Unità Idrostratigrafiche sono corpi geologici cartografabili, in ciascuno dei quali ha sede un circuito idrologico ragionevolmente definito e distinto (Maxey, 1964).

I mattoni dell'idrostratigrafia sono le IDROFACIES, informalmente dette LIVELLI, vale a dire corpi geologici con caratteristiche sedimentologiche e petrofisico-idrauliche omogenee. Un'associazione latero-verticale di Idrofacies, più o meno complessa, le cui caratteristiche petrofisiche d'insieme consentano l'accumulo e il transito di quantitativi d'acqua economicamente sfruttabili, si definisce SISTEMA ACQUIFERO. Un'associazione latero-verticale di Idrofacies a permeabilità d'insieme bassa, invece, forma una BARRIERA DI PERMEABILITA' REGIONALE o SISTEMA ACQUITARDO.

I Sistemi Acquiferi e le Barriere di Permeabilità Regionali (Sistemi Acquitardi) costituiscono le unità base dell'Idrostratigrafia. Insieme più o meno complessi di Sistemi Acquiferi e Barriere di Permeabilità Regionali possono essere accorpati in Unità Idrostratigrafiche di rango gerarchico crescente fino a comprendere l'intero Bacino Idrogeologico.

Nello studio del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola, il Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna ha utilizzato una particolare sottoclasse d'Unità Idrostratigrafiche, denominate UNITA' IDROSTRATIGRAFICO-SEQUENZIALI (Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP, 1998). Le caratteristiche peculiari delle Unità Idrostratigrafico-Sequenziali (UIS) sono le seguenti:

1. sono costituite da una o più unità Stratigrafiche a limiti discontinui (limiti di discontinuità stratigrafica), denominate Sequenze Deposizionali, sensu Mitchum et Al. (1977).
2. comprendono in posizione basale e/o sommitale una Barriera di Permeabilità Regionale.

L'identificazione di una Sequenza Deposizionale con un'Unità Idrostratigrafica discende dalla considerazione seguente: una Sequenza Deposizionale è per definizione un corpo geologico complesso, formato da facies con geometrie e caratteri petrofisici variabili, ma legate geneticamente, cioè deposte in ambienti sedimentari contigui ed in continuità di sedimentazione. Le superfici di strato possono quindi toccare, ma non intersecare i limiti della Sequenza Deposizionale a cui appartengono. Dal momento che, se si escludono le aree di affioramento o i pozzi plurifenestrati, i flussi idrici sotterranei avvengono con componente parallela alle superfici di strato molto maggiore di quella ortogonale, si può concludere che tali flussi risultino necessariamente confinati all'interno di una singola Sequenza Deposizionale. Ne consegue che, per la definizione data ad inizio paragrafo, ogni

---

<sup>6</sup> Tratto da G. Di Dio (2006)

Sequenza Deposizionale è un'Unità Idrostratigrafica. Inoltre, se si tiene in considerazione anche la seconda caratteristica, si potrà essere certi che ogni UIS così definita sia idraulicamente isolata da quelle adiacenti. Un risvolto pratico importante di queste scelte teoriche è che il livello piezometrico misurato in un Sistema Acquifero appartenente a una determinata UIS è di norma indipendente dai livelli piezometrici misurati, sulla stessa verticale, in Sistemi Acquiferi contenuti in altre UIS.

**5.1.1. Idrostratigrafia del territorio del Comune di Soragna**

La Figura 5.1 illustra il quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola, in cui si inserisce l'area di studio.

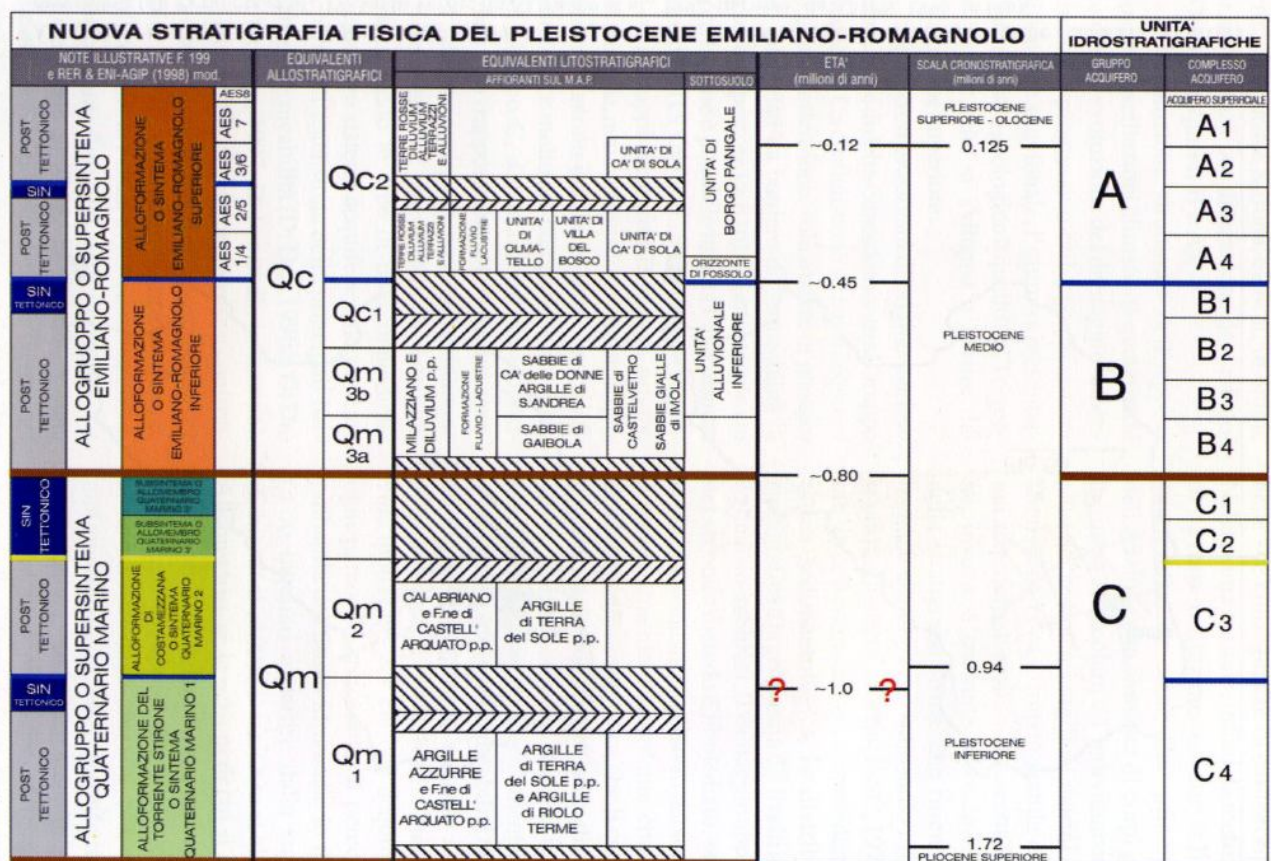


Figura 5.1: Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola. Da "Di Dio G. (2001): Il quadro delle conoscenze. In STUDI SULLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI \ 15. Nuova Carta della vulnerabilità del parmense ed indirizzi di tutela delle acque. A cura di G. Alifracco. 9-20, Pitagora ed., Bologna".

Le Unità Idrostratigrafico-Sequenziali di rango superiore sono 3, denominate **Gruppi (di) Acquiferi A**, B e C, a loro volta suddivise in 12 UIS, gerarchicamente inferiori, denominate **Complessi (di) Acquiferi**. Esse affiorano estesamente sul margine meridionale del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati dal Fiume Po e dai suoi affluenti negli ultimi 20.000 anni, contenenti Sistemi Acquiferi quasi sempre freatici, di scarsa estensione e potenzialità (**Complesso Acquifero Superficiale o A0**; Fig. 5.2).

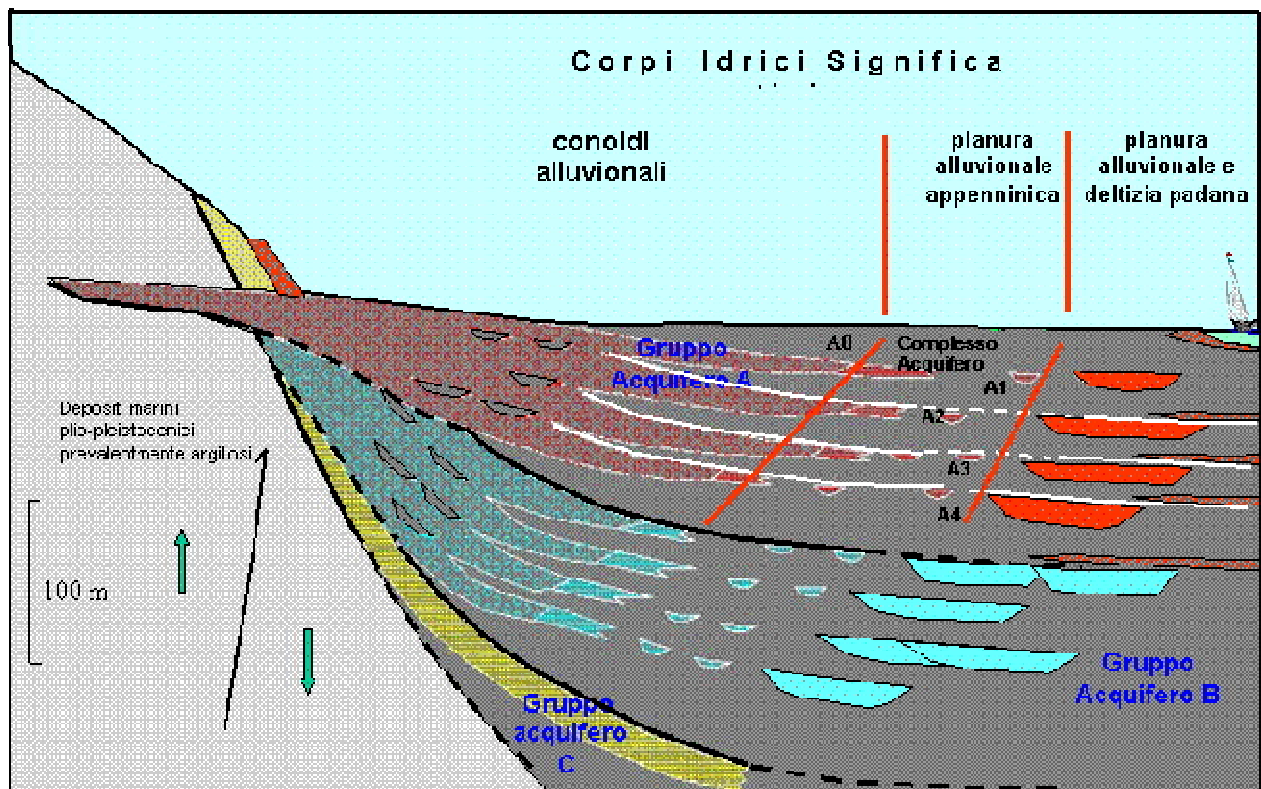


Figura 5.2: Sezione idrostratigrafica rappresentativa del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola. Figura tratta dagli elaborati conoscitivi a supporto del Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna.

I corpi geologici che fungono da acquiferi sono costituiti da sedimenti ghiaiosi e sabbiosi di origine deltizia, litorale e alluvionale depositi dai paleo-fiumi appenninici e dal Paleo-fiume Po a partire da circa 1 milione di anni fa (nella provincia di Parma). Ciascun Gruppo Acquifero è idraulicamente separato, almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti, grazie a Barriere di Permeabilità Regionali.

Al suo interno ogni Gruppo Acquifero è composto da serbatoi acquiferi sovrapposti e giustapposti, parzialmente o totalmente isolati tra loro, suddivisi in Complessi e Sistemi Acquiferi.

Le principali barriere di permeabilità in senso orizzontale sono costituite da corpi geologici decametrici, a prevalente granulometria fine, interpretabili come sistemi deposizionali interdeltizi o di interconoide e bacino interfluviale, che si giustappongono a sistemi deposizionali deltizi, di conoide alluvionale e fluviali, ricchi in materiali grossolani.

### **5.1.2. Architettura del bacino idrogeologico nell'area di studio**

I rapporti geometrici fra i Complessi Acquiferi e le caratteristiche geometrico-stratigrafiche e idrogeologiche più importanti sono:

1. I depositi grossolani di origine marino-marginale e di delta-conoide ascritti al Gruppo Acquifero C: costituiscono Sistemi Acquiferi confinati di grande estensione, intercalati da Barriere di Permeabilità di notevole spessore (> 8 m) e continuità, la cui correlazione è possibile in tutta l'alta pianura parmense;
2. il Gruppo Acquifero C risulta molto deformato e strutturato per effetto dei movimenti tettonici tardo-quadernari del Margine Appenninico Padano; in conseguenza di ciò, gli assi strutturali sepolti condizionano notevolmente la profondità a cui può essere incontrato uno stesso Sistema Acquifero del Gruppo C, nell'alta pianura parmense;
3. il tetto del Gruppo Acquifero C in Comune di Soragna si estende alla profondità di 150 metri dalla superficie topografica nel settore meridionale, di 400 metri nel settore settentrionale e di 200 metri all'altezza del capoluogo comunale;
4. il tetto del Gruppo Acquifero C a partire dal capoluogo comunale subisce un notevole approfondimento in relazione alla presenza di strutture tettoniche sepolte (v. Tav. 01) che deformando il substrato pliocenico hanno comportato un generale ispessimento dei depositi alluvionali e marini susseguenti;
5. i Gruppi Acquiferi B e A, d'origine alluvionale, non costituiscono mai, se non nelle zone strettamente apicali di conoide, un acquifero freatico, monostrato e indifferenziato. Essi risultano invece molto più complessi e articolati del Gruppo C a causa della giustapposizione e sovrapposizione di differenti sistemi deposizionali (Taro e Stirone), ma possono comunque essere studiati e cartografati in dettaglio, evidenziando le aree di interconnessione presenti tra Sistemi Acquiferi generalmente separati e l'estensione delle principali Barriere di Permeabilità;
6. la superficie erosiva di separazione tra Gruppo Acquifero A e B in Comune di Soragna si estende alla profondità di 100 metri dalla superficie topografica nel settore meridionale, di 200 metri nel settore settentrionale e di 140 metri all'altezza del capoluogo comunale;

7. lo spessore dei sedimenti, appartenenti al sistema Emiliano Romagnolo Superiore, che contengono il Gruppo Acquifero A varia da 100 metri nel settore meridionale a 200 metri in quello settentrionale;
8. i principali sistemi acquiferi del gruppo A si estendono a partire dalla profondità di oltre 15 – 20 metri dal piano campagna e corrispondono, a nord dell'allineamento dei centri abitati di Soragna, San Secondo, alle potenti bancate sabbiose dei paleoalvei del Fiume Po e a sud di tale allineamento ai corpi nastriformi di ghiaie e sabbie riferibili ai paleoalvei del T. Stirone e del T. Rovacchia;
9. a profondità inferiori di 15 – 20 metri dal piano campagna in corrispondenza dell'Allomembro di Ravenna sono presenti localmente altri sistemi acquiferi che corrispondono ai corpi nastriformi di ghiaie e sabbie riferibili ai paleoalvei del T. Stirone e del T. Rovacchia;
10. i più superficiali di tali sistemi acquiferi si collocano nei depositi di argine e dosso fluviale cartografati nella Tav. 01; anche se i sedimenti costituenti il serbatoio idrico sono prevalentemente medio-fini (sabbie e limi) il serbatoio idrico è interessato da una falda freatica, sospesa e svincolata dall'acquifero principale, direttamente alimentata dalle piogge efficaci e, nelle aree attigue al T. Stirone e al T. Rovacchia, anche dalle acque di subalveo dei corsi d'acqua medesimi.
11. proprio in relazione ai regimi idrometrici che si instaurano nei corsi d'acqua e alle variabilità degli apporti idrici il livello piezometrico subisce notevoli variazioni stagionali.

## 5.2. Comportamento idrodinamico dell'acquifero

In relazione all'assetto strutturale dei gruppi di acquiferi che caratterizzano il bacino idrografico della pianura emiliana romagnola, gli acquiferi del gruppo A, sono quelli interessati direttamente o indirettamente dalle infrastrutture e dai fabbricati attuali e futuri che interessano il territorio comunale di Soragna.

La Carta Idrogeologica (v. Tav. 03) esprime attraverso la rappresentazione grafica delle linee isopiezometriche l'assetto e il moto della falda idrica superficiale misurata nei pozzi di misura sopra menzionati.

La finalità delle indagini verte nella rappresentazione grafica della superficie reale della falda idrica, attraverso la quale è possibile determinare, con sufficiente approssimazione, l'orientazione degli assi principali di flusso (flusso della falda, assi drenati, corsi d'acqua drenanti o alimentanti la falda e spartiacque piezometrici), la presenza di anomalie strutturali nel serbatoio e l'influenza esercitata da queste sul flusso idrico sotterraneo, le aree soggette ad intensi emungimenti e, infine, la variazione areale del gradiente idraulico. Tali aspetti sono fondamentali per valutare gli effetti indotti dall'attività estrattiva sull'ambiente idrico sotterraneo.

Le linee isopieze sono state tracciate con un'equidistanza di 5 metri, convenzione resa necessaria per meglio rappresentare l'andamento della falda idrica in funzione sia della variabilità che dei bassi valori del gradiente idraulico.

Gli acquiferi superficiali e il regime idraulico sotterraneo presentano le seguenti caratteristiche:

- la direzione del flusso idrico sotterraneo è nel complesso diretta verso nord-est;
- le falde idriche presentano un regime idraulico confinato;
- i principali serbatoi idrici (depositi fluviali del Po e paleovalvei del T. Rovacchia e del T. Stirone) sono confinate da spessi strati poco permeabili;
- il T. Stirone e il T. Rovacchia non esercitano nessuna influenza sull'andamento piezometrico delle falde confinate sottostanti; tra acquiferi e letto dei corsi d'acqua sono infatti separati da importati sistemi acquitardi che ne condizionano il comportamento idraulico;
- nell'area di studio la quota della falda idrica ricade tra le isopieze 45 m s.l.m. e 50 m s.l.m. ed è mediamente pari a 45,4 m s.l.m., che corrisponde ad una soggiacenza (dislivello tra la quota del p.c. e quella della superficie piezometrica) variabile tra 4 e 5,5 m.
- Il gradiente idraulico un valore medio pari a 0,2 – 0,3%;

### 5.3. Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità naturale degli acquiferi all'inquinamento rappresenta un indicatore ambientale di suscettibilità delle falde idriche al carico antropico esistente.

Il territorio esaminato è stato suddiviso in classi di vulnerabilità sulla base della nuova metodologia proposta dalla Provincia di Parma (Alifracco, Beretta et. al. – 2000), che indica diversi gradi di suscettibilità all'inquinamento sulla base delle possibili combinazioni tra i seguenti fattori geologici ed idrogeologici:

- a) litologia di superficie: le caratteristiche granulometriche, tessiturali e composizionali dei sedimenti influenzano direttamente la permeabilità, la trasmissività e la reattività chimica del terreno; da essi dipendono la capacità di autodepurazione, di filtrazione, di adsorbimento e di degradazione chimico-biologica del terreno;
- b) profondità delle ghiaie: fattore che definisce lo spessore di copertura a difesa del substrato permeabile sede di acquiferi;
- c) caratteristiche strutturali degli acquiferi: in relazione all'assetto geostrutturale del bacino padano nel settore della Provincia di Parma i tecnici della Regione Emilia Romagna (G. Di Dio 1998) si individuano 3 gruppi di acquiferi A, B e C.

d) alimentazione dell'acquifero: nella Provincia di Parma Sono state individuate 3 aree di alimentazione e ricarica degli acquiferi (Alifracco, Beretta et. al. – 2000):

- area di alimentazione di Gruppo C (falda libera); trattasi dell'area pedecollinare, relativamente ristretta, di ricarica dell'intero serbatoio acquifero;
- area di alimentazione di Gruppo A e B (falda libera); area intermedia, corrispondente all'incirca all'alta pianura, di ricarica degli acquiferi superficiali e dell'acquifero cosiddetto "principale".
- area di alimentazione degli acquiferi superficiali (falda libera e in pressione); area ubicata approssimativamente a nord della Via Emilia, di possibile alimentazione dei soli acquiferi superficiali.

La nuova metodologia proposta dalla Provincia di Parma (Alifracco, Beretta et. al. – 2000), è partita dalla classificazione tradizionale del CNR-GNDCI (1988), riportata in Tab. 1, implementa con le caratteristiche geologiche del territorio parmense e le modalità di alimentazione e ricarica dei gruppi di acquiferi A, B e C.

Il risultato è un elaborato, di validità tecnico-scientifica, dove ad una comune zonizzazione in funzione delle classi stabilite dalla metodologia CNR, si sovrappone una suddivisione del territorio in tre aree di alimentazione che specificano i domini acquiferi, distinti sia per natura che per utilizzo, a cui la vulnerabilità deve essere riferita.

In questo modo si è ottenuto uno strumento più adeguato alla pianificazione, nel quale le 15 classi di vulnerabilità ottenute sono state raggruppate in 3 sole classi definite formalmente:

- poco vulnerabile;
- vulnerabile a sensibilità attenuata;
- vulnerabile a sensibilità elevata.

Nella Tab. 2 è riportato lo schema di raggruppamento delle 15 nuove classi di vulnerabilità.

	Grado di Vulnerabilità	Litologia di superficie	Profondità tetto ghiaie	Caratteristiche dell'acquifero
B	BASSO	argilla limo	> 5 m > 10 m	falda a pelo libero o in press. falda in pressione
M	MEDIO	argilla limo limo sabbia	< 5 m > 10 m < 10 m > 10 m	falda a pelo libero falda a pelo libero falda in pressione falda in pressione
A	ALTO	sabbia sabbia e/o ghiaia	> 10 m < 10 m	falda a pelo libero falda in pressione
E	ELEVATO	limo sabbia	< 10 m < 10 m	falda a pelo libero
E <sub>E</sub>	ESTREMAMENTE ELEVATO	ghiaia (alveo)	0 m	

Tabella 1: Classi di vulnerabilità degli acquiferi (GNDCI – CNR; AA.VV., 1988)

Classi di vulnerabilità	Classi di vulnerabilità suddivise per gruppi acquiferi alimentati	
	CLASSE	GRUPPO ACQUIFERO
Poco vulnerabile	Bassa	Acquifero superficiale
	Media	Acquifero superficiale
Aree vulnerabili a sensibilità attenuata	Alta	Acquifero superficiale
	Bassa	Acquifero A e B
	Media	Acquifero A e B
	Bassa	Acquifero C
	Media	Acquifero C
Aree vulnerabili a sensibilità attenuata	Elevata	Acquifero superficiale
	Estremamente elevata	Acquifero superficiale
	Alta	Acquifero A e B
	Elevata	Acquifero A e B
	Estremamente elevata	Acquifero A e B
	Alta	Acquifero C
	Elevata	Acquifero C
Estremamente elevata	Acquifero C	

Tabella 2: Classi di vulnerabilità degli acquiferi - Provincia di Parma (Alifraco, Beretta et. al. – 2000),

Il territorio comunale di Soragna ricade interamente in zone poco vulnerabili.

## 6. PEDOLOGIA

Il suolo, essendo l'ambiente di contatto tra litosfera, atmosfera e biosfera, è soggetto all'azione integrata di numerosi processi fisici, chimici e biologici, a loro volta condizionati dal tempo (durata dei processi pedogenetici), dal clima, dalla morfologia (rilievo) dalla roccia madre, e dagli organismi viventi (fattore biotico).

In riferimento all'ampia gamma di fattori che influenzano i processi pedogenetici, nelle zone di specifico interesse è utilizzata la metodologia di analisi introdotta dalla Regione Emilia Romagna "I suoli dell'Emilia Romagna". La classificazione e la zonizzazione dell'areale pedologico è basata sui seguenti caratteri:

- pendenza: parametro per la stima in percentuale del gradiente topografico dell'orizzonte pedogenetico;
- rocciosità: parametro per la valutazione in percentuale del grado di affioramento del substrato roccioso;
- pietrosità superficiale: parametro utilizzato per quantificare in percentuale la frazione grossolana;
- profondità: profondità alla quale si attesta il confine tra il suolo e il sottostante substrato roccioso;
- disponibilità d'ossigeno: parametro valutato mediante la misurazione dell'acqua libera, l'imbibizione capillare e le tracce di idromorfia;
- tessitura: parametro che definisce la composizione granulometrica del suolo attraverso la stima della percentuale di sabbia (diametro: 2 - 0,05 mm), limo (diametro: 0,05 - 0,002 mm) e argilla (diametro: < 0,002 mm);
- scheletro: parametro per quantificare il tipo e i volumi dei frammenti rocciosi con diametro > 2 mm presenti nel suolo;
- calcare totale: parametro per la quantificazione in percentuale del calcare presente nella frazione di suolo inferiore a 2 mm;
- reazione: parametro per la valutazione del grado di acidità e di alcalinità del suolo in funzione del pH;
- salinità: parametro per la quantificazione del contenuto salino in funzione della conducibilità elettrica dell'estratto di saturazione espressa in millimhoms per cm.

Il quadro pedologico del Comune di Soragna è caratterizzato dalle consociazioni di suolo descritte nei successivi capitoli.

## 6.1. COLTARO argillosa limosa

### Descrizione

I suoli "Coltaro argillosa limosa" sono molto profondi, molto calcarei e sono moderatamente alcalini; hanno tessitura argillosa limosa e subordinatamente franca argillosa limosa nella parte superiore e argillosa limosa o argillosa in quella inferiore.

### Ambiente

I suoli "Coltaro argillosa limosa" sono nella piana a copertura alluvionale dove occupano parte o intere aree depresse di forma chiusa la cui pendenza varia da 0.05 a 0.1%. Il substrato è costituito da sedimenti alluvionali a granulometria fine, molto calcarei. L'uso agricolo prevalente è a seminativo.

Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 2003): Chromic Udic Haplusterts fine, mixed, semiactive, mesic

Classificazione WRB (1998): Eutric Vertisols

### PROFILO DI RIFERIMENTO

Ap 0-60 cm; secco; argilloso limoso, bruno grigiastro scuro (2.5Y 4/2); colore da secco tra grigio oliva e grigio oliva chiaro (5Y 5.5/2); frammenti poliedrici angolari molto grossolani e grossolani, debolmente sviluppati; estremamente resistente, molto adesivo, molto plastico; molti pori molto fini; radici fini, comuni; moderatamente calcareo; limite abrupto ondulare.  
Bwss 60-95 cm; argilloso limoso, colore della matrice tra bruno grigiastro scuro e bruno oliva (2.5Y 4/3), colore delle facce grigio oliva (5Y 4/2); aggregazione prismatica molto grossolana, moderatamente sviluppata e aggregazione poliedrica angolare grossolana, fortemente sviluppata; molte pellicole orientate per pressione e scorrimento; cunei di pressione; resistente, molto adesivo, molto plastico; poche radici fini; fessure molto sottili; pori fini e medi, comuni, vescicolari; coproliti di lombrichi; molto calcareo, limite diffuso lineare.  
Bssg 95-125 cm; bagnato; argilloso limoso, colore della matrice tra grigio brunastro e bruno oliva chiaro (2,5Y 5/2.5), colore delle facce degli aggregati grigio oliva (5Y 5/2), screziature bruno giallastre (10YR 5/8), comuni, fini, distinte, con limite chiaro e screziature grigie (5Y 5/1) che con la profondità aumentano in abbondanza e dimensioni; aggregazione poliedrica angolare molto grossolana, moderatamente sviluppata, tendente a prismatica; molte pellicole orientate per pressione e scorrimento (più abbondanti quelle per scorrimento); cunei di pressione (meno abbondanti che nell'orizzonte soprastante); comuni concrezioni e concentrazioni soffici di carbonato di calcio, medie e grossolane (soprattutto allineati a circa 120 cm con noccioli duri contornati da conc. soffici); resistente, molto adesivo, molto plastico; poche radici, molto fini; pochi pori, molto fini, vescicolari; molto calcareo.



Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H <sub>2</sub> O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	60	8,0	43,0	49,0	3,6	8,2	9,0	7,0	23,9	0,2	1,5
60	95	5,0	39,0	56,0	2,2	8,3	14,0	8,0	21,0	0,2	4,4
95	120	7,0	34,0	59,0	1,4	8,4	14,0	11,0	24,2	0,2	

**6.2. SORAGNA argillosa limosa**Descrizione

I suoli "Soragna argillosa limosa" sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura argillosa limosa.

Ambiente

I suoli "Soragna argillosa limosa" sono nella piana alluvionale, nell'ambiente di argine naturale distale e tra argini a debole rilievo e ridotta estensione trasversale e valli alluvionali. In queste terre la pendenza è compresa tra 0,08 e 0,25%. Il substrato è presumibilmente costituito da alluvioni fini o moderatamente fini. L'uso agricolo del suolo è a seminativo avvicendato (prati, frumento, mais, pomodoro e barbabietola).

Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 2003)

Udertic Haplustepts fine, mixed, active, mesic

Classificazione WRB (1998)

Calcari Vertic Cambisols

PROFILO DI RIFERIMENTO

Ap1 0-30 cm; argilloso limoso, colore tra bruno oliva chiaro e bruno oliva (2,5Y4.5/3); frammenti granulari medi, debolmente sviluppati; violenta effervescenza; debolmente alcalino; limite ondulato chiaro.

Ap2 30-53 cm; argilloso limoso, colore tra bruno oliva chiaro e bruno oliva (2,5Y4.5/3); frammenti poliedrici subangolari grossolani, debolmente sviluppati, e poliedrici angolari medi, moderatamente sviluppati; radici fini, comuni; violenta effervescenza; moderatamente alcalino; limite abrupto lineare:

Bw 53-80 cm; argilloso limoso, colore tra bruno oliva chiaro e bruno giallastro chiaro (2,5Y5.5/3), con screziature grigio chiare (5Y 6/1) sulle facce degli aggregati che aumentano da 70 cm e screziature giallo brunastre (10YR 6/8); aggregazione poliedrica subangolare grossolana che si suddivide in poliedrica subangolare media fortemente sviluppate, entrambe tendenti alla prismatica; molte pellicole orientate per pressione; fessure sottili; molti pori, fini; violenta effervescenza; moderatamente alcalino; limite abrupto lineare.

Bwss 80-110 cm; argilloso limoso, colore della matrice bruno oliva chiaro (2,5Y 5/3), colore delle facce degli aggregati grigio oliva (5Y 5/2), con screziature grigio oliva chiaro (5Y 6/2) e grigie (5Y 6/1) e poche screziature giallo brunastre (10YR 6/8); aggregazione poliedrica angolare grossolana e prismatica molto grossolana, fortemente sviluppate; molte pellicole orientate per pressione e poche per pressione e scorrimento; concentrazioni soffici di carbonato di calcio lungo le superfici degli aggregati nella parte superiore dell'orizzonte; laminazioni riconoscibili a tratti; molti pori, molto fini; violenta effervescenza; moderatamente alcalino; limite chiaro lineare.

CBg 110-140 cm; franco argilloso limoso, colore principale tra grigio chiaro e grigio oliva chiaro (5Y 6/1.5), colore secondario bruno oliva chiaro (2,5Y 5/3.5), screziature bruno giallastre (10YR 5/8); aggregazione poliedrica subangolare grossolana, moderatamente sviluppata; pori fini, comuni e molto fini, molti; poche (2%) concrezioni e concentrazioni soffici di carbonato di calcio nei pori; molto calcareo.

Il carattere "pori" non è stato descritto nel 1° e 2° orizzonte; il carattere "radici" è stato descritto solo nel 2° orizzonte.

Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H2O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	50	8,0	42,0	50,0	2,7	7,8	20,0	14,0	23,1		0,6
50	90	6,0	38,0	56,0	1,1	8,3	22,0	14,0	24,3		0,8
90	110	5,0	44,0	51,0	0,9	8,3	31,0	17,0	22,1		0,6
110	140	6,0	58,0	36,0	0,7	8,3	26,0	14,0	19,6		1,0

### **6.3. SANT'OMOBONO franca argillosa limosa**

#### Descrizione

I suoli "Sant'Omobono franca argillosa limosa" sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura franca argillosa limosa nella parte superiore e franca limosa o franca argillosa limosa in quella inferiore.

#### Ambiente

I suoli "Sant'Omobono franca argillosa limosa" sono nella pianura alluvionale in ambiente di argine naturale.

In queste terre la pendenza varia dallo 0,1 allo 0,2%. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura media. La densità di urbanizzazione è elevata. L'uso agricolo del suolo è a seminativo semplice, vigneto e frutteto. Opere atte a regolare il deflusso delle acque sono necessarie saltuariamente e solo a livello aziendale (scoline poco profonde, baulature).

#### Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 2003)

Udifluventic Haplustept fine silty, mixed, superactive, mesic

#### Classificazione WRB (1998)

Calcaric Cambisols

PROFILO DI RIFERIMENTO

Ap 0 - 50 cm; franco limoso argilloso; colore della matrice tra bruno grigiastro scuro e bruno oliva (2.5y 4/3); colore secco bruno giallastro chiaro (2.5y 6/4); struttura poliedrica subangolare molto grossolana moderatamente sviluppata; molto calcareo; comuni pori molto fini; moderatamente poche radici fini; limite chiaro ondulato.

Bw 50 - 85 cm; franco limoso argilloso; colore della matrice bruno oliva chiaro (2.5y 5/4) e tra bruno grigiastro scuro e bruno oliva (2.5y 4/3); struttura poliedrica subangolare molto grossolana moderatamente sviluppata; molto calcareo; comuni pori molto fini e pori fini, molto scarsi;; poche radici medie; poche pisoliti ferromanganesifere, fini; poche concentrazioni soffici di carbonato di calcio, fini; poche pellicole di carbonati; limite chiaro ondulato.

B 85 - 110 cm; franco limoso argilloso; colore della matrice bruno oliva (2.5y 4/4); facce tra bruno grigiastro scuro e bruno oliva (2.5y 4/3); struttura prismatica grossolana e poliedrica angolare grossolana moderatamente sviluppate; molto calcareo; molti pori molto fini e scarsi pori fini; molto poche radici fini; comuni concentrazioni soffici di carbonato di calcio, fini; poche pisoliti ferromanganesifere, fini; comuni pellicole di carbonati e poche pellicole di sostanza organica; limite graduale ondulato.

Bwb 110 - 150 cm; argilloso limoso; colore della matrice bruno scuro (10yr 3/3) e bruno giallastro scuro (10yr 4/6); facce tra bruno grigiastro scuro e bruno oliva (2.5y 4/3); poche screziature fini bruno forte (7.5y 5/6), localizzate in prossimità delle concrezioni ferromanganesifere; struttura prismatica grossolana e poliedrica angolare grossolana fortemente sviluppate; scarsamente calcareo; comuni pori fini; poche pisoliti ferromanganesifere, fini; comuni pellicole di sostanza organica; limite sconosciuto.

Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H <sub>2</sub> O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	40	9,0	63,0	28,0	1,8	8,2	21,0	12,0			
40	70	5,0	67,0	28,0	1,3	8,3	27,0	14,0			
70	120	5,0	68,0	27,0	0,8	8,4	28,0	15,0			

## 7. SISMICITÀ DEL TERRITORIO

La Provincia di Parma è soggetta ad un'attività sismica medio-bassa, indotta dai frequenti e storicamente documentati terremoti, con epicentro nell'ambito del territorio provinciale, e di riflesso dagli eventi più intensi provenienti dalle province limitrofe.

### 7.1. Storia sismica del territorio comunale

Gli eventi sismici del 03/01/1117, del 25/12/1222 e del 10/06/1438 sono i massimi terremoti storici risentiti nel territorio comunale di Soragna.

L'epicentro del sisma del 1117 è stato ipotizzato 10 - 15 km a SE di Verona, in corrispondenza della zona della pianura veronese maggiormente danneggiata; in questa zona ci sono segnalazioni antecedenti all'anno 1000. L'intensità epicentrale è stata valutata non superiore al IX grado MCS<sup>7</sup>, con

<sup>7</sup> Scala macrosismica Mercalli-Cancani-Sieberg:

Grado	Giudizio dell'intensità dell'evento e descrizione degli effetti.
I	<b>Impercettibile:</b> rilevato soltanto da sismografi.
II	<b>Molto leggero:</b> recepito soltanto da rari soggetti nervosi oppure estremamente sensibili se in perfetta quiete e quasi sempre nei piani superiori dei caseggiati.
III	<b>Leggero:</b> anche in zone densamente abitate viene percepito come tremolio soltanto da una piccola parte degli abitanti nell'interno delle case, come nel caso del passaggio di un'automobile a velocità elevata, da alcuni viene riconosciuto quale fenomeno sismico soltanto dopo averne ragionato.
IV	<b>Moderato:</b> delle persone che si trovano all'esterno degli abitati ben poche percepiscono il terremoto. All'interno viene identificato da molte, ma non da tutte le persone in seguito al tremore, oppure a oscillazioni leggere di mobili. Cristallerie e vasellame, posti a breve distanza, urtano come al passaggio di un pesante autocarro su pavimentazione irregolare. Finestre tintinnano, porte, travi e assi scricchiolano, cricchiano i soffitti. In recipienti aperti, i liquidi vengono leggermente mossi. Si ha la sensazione che in casa un oggetto pesante (un sacco o un mobile) si rovesci, oppure di oscillare con tutta la sedia o il letto come su una nave con mare mosso. In generale questi movimenti non provocano paura a meno che le persone non si siano innervosite o spaventate a causa di terremoti precedenti. In rari casi i dormienti si svegliano.
V	<b>Abbastanza forte:</b> perfino nel pieno delle attività giornaliere, il sisma viene percepito da numerose persone sulle strade e se sensibili anche in campo aperto. Nell'appartamento si avverte in seguito allo scuotere dell'intero edificio. Piante e rami deboli di cespugli ed alberi si muovono con evidenza., come se ci fosse un vento moderato. Oggetti pendenti entrano in oscillazione, per esempio: tendaggi, semafori e lampadari non troppo pesanti; campanelli suonano, orologi a pendolo si fermano od oscillano con maggior periodo, dipendentemente dalla direzione della scossa se perpendicolare o normale al moto di oscillazione; a volte orologi a pendolo fermi possono rifunzionare; molle dell'orologio risuonano; la luce elettrica guizza o cade in seguito a movimenti della linea; quadri urtano battendo contro le pareti oppure si spostano; vengono versate piccole quantità liquide da recipienti colmi aperti; ninnoli ed oggetti del genere si possono rovesciare, oppure oggetti addossati alle pareti, arredi leggeri possono essere spostati di poco; mobili rintonano; porte ed imposte sbattono; i vetri delle finestre si infrangono. Quasi tutti i dormienti si svegliano. Sporadici gruppi di persone fuggono all'aperto.
VI	<b>Forte:</b> il terremoto viene notato da tutti con paura, molti fuggono all'aperto, alcuni hanno la sensazione d'instabilità. Liquidi si muovono fortemente; quadri, libri e cose simili cadono dalle pareti e dagli scaffali; porcellane si frantumano; suppellettili assai stabili, perfino isolati pezzi di arredo vengono spostati se non rovesciati; campane minori in cappelle e chiese, orologi di campanili battono. Case isolate solidamente costruite subiscono danni leggeri; spaccature all'intonaco, caduta del rinzafo di soffitti e di pareti. Danni più forti, ma non ancora perniciosi, si hanno sugli edifici mal costruiti. Qualche tegola o pietra di camino cade.

punte massime a Ronco all'Adige che possono essere cautelativamente ipotizzate del X grado MCS. Il campo macrosismico del terremoto del 1117 è molto complesso con aree di risentimento che si estendono a forte intensità lungo i margini pedemontani alpino (zona Verona-Brescia) ed appenninico (Modena-Parma), e a medio-bassa intensità nelle zone intermedie (comprese tra i margini) (Figura 7.1). In particolare il terremoto si è manifestato del IX grado MCS nel settore veronese, del VIII grado MCS nel settore emiliano, di Piacenza, Reggio Emilia e Modena, nel settore lombardo di Mantova e nel settore veneto di Vicenza e Rovigo, del VII grado MCS nella bassa pianura parmense, cremonese e mantovana.

Il terremoto del 1222 ebbe l'epicentro compreso tra Brescia ed il basso Lago di Garda, manifestandosi con intensità compresa tra il IX ed il X grado MCS. Il campo macrosismico del terremoto del 1222 si è, invece, manifestato del IX - X grado MCS nel settore bresciano, del VIII grado MCS nel settore emiliano di Modena, nel settore lombardo tra il Lago di Garda e il Lago d'Iseo e nel settore veneto di Verona, del VII grado MCS nella bassa pianura modenese, mantovana e bolognese (Figura 7.2).

<b>VII</b>	<b>Molto forte:</b> lesioni notevoli vengono provocate ad oggetti di arredamento anche di grande peso, rovesciandoli e frantumandoli. Grandi campane rintoccano. Corsi d'acqua, stagni e laghi si agitano e intorbidiscono a causa della melma smossa. Qua e là, consolidamenti delle sponde di sabbia e ghiaia scompaiono. Variazione del livello dell'acqua nelle fontane. Danni moderati a numerosi edifici di forte struttura: piccole spaccature nei muri, cadono toppe piuttosto grandi dell'incalcinatura e dello stucco, a volte mattoni; le case vengono scoperciate. Molti fumaioles vengono lesi da incrinature, da caduta di tegole, da fuoriuscita di pietre; camini già rovinati si rovesciano sopra il tetto danneggiandolo. Da torri e costruzioni alte cadono decorazioni mal fissate. Quando la casa è a pareti intelaiate, i danni all'incalcinatura e all'intelaiatura sono più gravi. Case mal costruite oppure riattate a volte crollano.
<b>VIII</b>	<b>Rovinoso:</b> interi tronchi d'albero pendono inanimi o perfino si staccano. Anche i mobili più pesanti vengono spostati e a volte rovesciati. Statue, pietre miliari in chiese, in cimiteri e parchi pubblici ruotano sul proprio piedistallo oppure si rovesciano. Solidi muri di cinta in pietra sono aperti ed atterrati. Un quarto circa delle case è gravemente lesa; alcune crollano; molte divengono inabitabili. Negli edifici ad intelaiatura gran parte delle intelaiature cadono. Case in legno vengono schiacciate e rovesciate. Si sente spesso che campanili di chiese e di fabbriche dopo la loro caduta provocano a edifici vicini spesso lesioni più gravi di quanto non avrebbe fatto da solo il terremoto. In pendii e terreni acquitrinosi si formano crepe. Dalle paludi si ha l'espulsione di sabbia e melma.
<b>IX</b>	<b>Distruttivo:</b> circa la metà delle case in pietra sono distrutte; parecchie crollano; la maggior parte diviene inabitabile. Case ad intelaiatura sono divelte dalle proprie fondamenta, e crollano; travi strappate dipendentemente dalle circostanze contribuiscono assai alla rovina.
<b>X</b>	<b>Completamente distruttivo:</b> gravissima distruzione di circa 3/4 degli edifici, la maggior parte crolla. Perfino costruzioni solide di legno e ponti subiscono gravi lesioni, alcuni vengono distrutti. Argini e dighe ecc. sono danneggiati notevolmente, binari leggermente piegati e tubature (gas, acqua e scarichi) vengono troncate rotte e schiacciate. Nelle strade lastricate e asfaltate si formano crepe e per pressione sporgono larghe pieghe ondose. In terre meno dense e più umide si creano spaccature fino alla larghezza di più decimetri; si notano parallelamente ai corsi d'acqua crepature che raggiungono larghezze fino ad un metro. Non soltanto scivolano pezzi di terra dai pendii, ma interi macigni rotolano a valle. Grossi massi si staccano dagli argini dei fiumi e di coste scoscese, riviere basse subiscono spostamenti di masse sabbiose e fangose, per cui il livello del terreno viene notevolmente variato. Varia di frequente il livello dell'acqua nelle fontane. Da fiumi, canali e laghi ecc. le acque vengono gettate contro le sponde.
<b>XI</b>	<b>Catastrofico:</b> crollo di tutti gli edifici in muratura, soltanto costruzioni e capanne di legno ad incastro di grande elasticità ancora reggono. Anche i più grandi e i più sicuri ponti crollano a causa della caduta di pilastri in pietra o del cedimento di quelli in ferro. Binari si piegano fortemente e si spezzano. Tubature vengono spaccate e lese in modo irrimediabile. Nel terreno si manifestano vari mutamenti di notevole estensione, dipendentemente dalla natura del suolo: grandi crepe e spaccature si aprono; e soprattutto in terreni morbidi e acquitrinosi il dissesto è considerevole sia orizzontalmente che verticalmente. Ne segue il trabocco di sabbia e melma con le diverse manifestazioni. Sfaldamento di terreni e caduta di massi sono frequenti.
<b>XII</b>	<b>Grandemente catastrofico:</b> non regge alcuna opera d'uomo. Lo scombuscolio del paesaggio assume aspetti grandiosi. Flussi d'acqua sotterranei in superficie subiscono i mutamenti più vari: si formano cascate, laghi scompaiono, fiumi deviano.

L'epicentro del sisma del 1438 è stato ipotizzato nella zona posta a cavaliere tra il Comune di Parma, Noceto e Fontevivo. L'intensità epicentrale è stata valutata pari a VIII - IX grado MCS. Il campo macrosismico del terremoto del 1438 ha avuto aree di risentimento non molto estese, limitate alla sola provincia di Parma, interessando solo marginalmente quelle limitrofe di Reggio Emilia e Piacenza (Figura 7.3). Il terremoto si è manifestato del VIII grado MCS nella media pianura del F. Taro in corrispondenza dei Comuni di Parma, Collecchio, Noceto, Fontevivo, Fontanellato e marginalmente Medesano, e del VII grado MCS nei territori comunali immediatamente limitrofi.

Esempi più recenti di terremoti che hanno mostrato un campo macrosismico analogo a quello degli eventi del 1117 e del 1222 sono numerosi, tra cui: terremoti del 26/2/1885 (VI grado nella zona di Reggio Emilia, V grado in quella di Verona e III grado in quella intermedia), del 12/3/1832 (V - VI grado nei pressi di Parma e Verona e IV grado nella zona intermedia), del 4/7/1834 (VII-VIII grado nel versante dell'appennino parmense, IV grado nel margine pedealpino di Brescia-Verona e III grado nella zona intermedia), del 29/4/1911 (V grado nei pressi di Parma, III grado vicino Verona e non risentito nella zona intermedia).

Con l'avvento delle registrazioni sismiche strumentali (inizio XX secolo), i massimi terremoti risentiti nell'area di progetto sono gli eventi del 07/09/1920, del 15/07/1971 e del 09/11/1983.

L'epicentro del sisma del 1920 è stato registrato in Lunigiana con intensità epicentrale pari a X - IX grado MCS. Il campo macrosismico del terremoto del 1920 ha avuto aree di risentimento molto estese, interessando diffusamente tutta la provincia di Parma. Nel Comune di Soragna si è manifestato con VI grado MCS (Figura 7.6).

L'epicentro del sisma del 1971 è stato registrato ad ovest di Parma con intensità epicentrale pari a VII grado MCS. Il campo macrosismico del terremoto del 1971 ha avuto aree di risentimento molto estese, interessando oltre alla provincia di Parma anche quelle limitrofe di Mantova, Cremona, Reggio Emilia e Piacenza. Nel Comune di Soragna si è manifestato con VII grado MCS (Figura 7.4).

L'epicentro del sisma del 1983 è stato invece registrato a sud-ovest di Parma con intensità epicentrale pari a VII grado MCS. Il campo macrosismico del terremoto del 1983 ha avuto aree di risentimento meno estese del terremoto descritto in precedenza, interessando la pianura parmense, il pedeappennino e le vicine province di Mantova, Cremona, Reggio Emilia e Piacenza. Nel territorio comunale di Soragna si è manifestato con VI grado MCS (Figura 7.5).

Le massime intensità sismiche, si concentrano in corrispondenza degli elementi strutturali sepolti (faglie, pieghe, sovrasciorrimenti). Le strutture sismogeniche maggiormente attive sono l'ETF e il PTF ad est del Fiume Taro, il Sistema Verona Brescia, la faglia di Verona, la provincia della Garfagnana e il bacino dell'alta Val Taro.

Nell'area di studio l'attività sismica è, quindi, la conseguenza della propagazione dell'energia elastica liberata nelle citate zone sismogeniche.

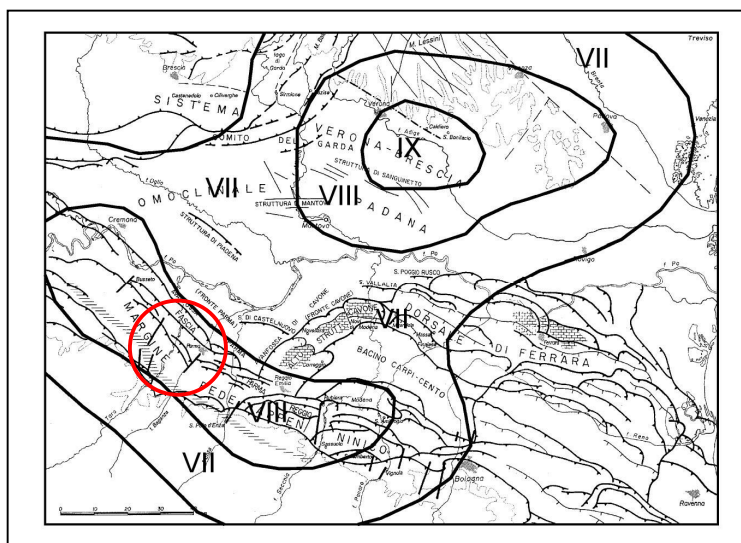


Figura 7.1 – Ipotesi di campo macrosismico del terremoto del 1117 (intensità in MCS; Magri e Molin, 1986 ridisegnato).

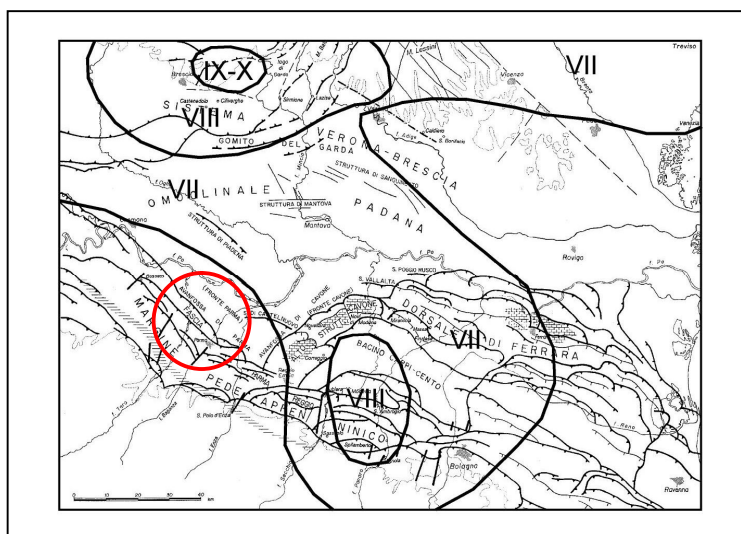


Figura 7.2 – Ipotesi di campo macrosismico del terremoto del 1222 (intensità in MCS, Magri & Molin, 1986 ridisegnato).

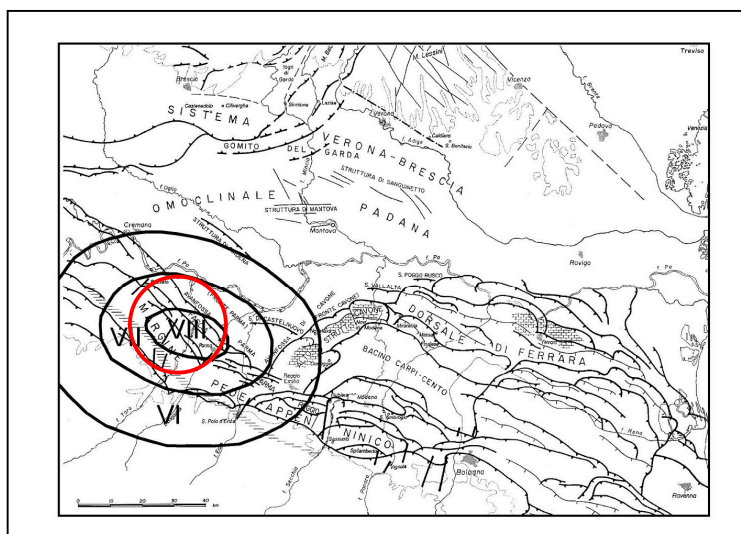


Figura 7.3 – Campo macrosismico del terremoto del 10/06/1438 (intensità in MCS; Molin & Paciello, 1986 ridisegnato).

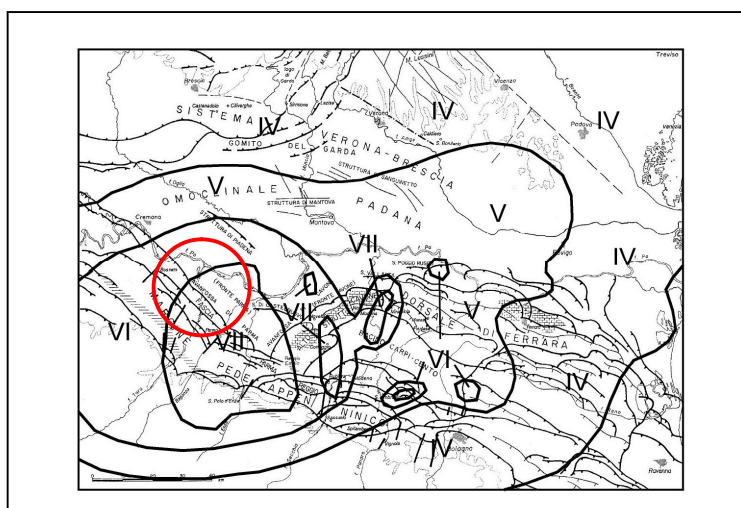


Figura 7.4 – Campo macrosismico del terremoto del 15/07/1971 (intensità in MCS: Molin & Paciello ridisegnato).

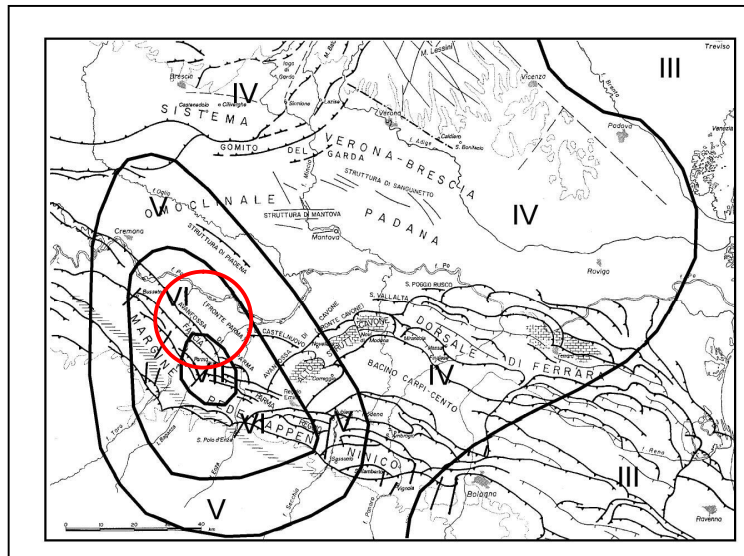


Figura 7.5 – Campo macrosismico del terremoto del 09/11/1983 (intensità in MCS; Margottino, 1984 ridisegnato).

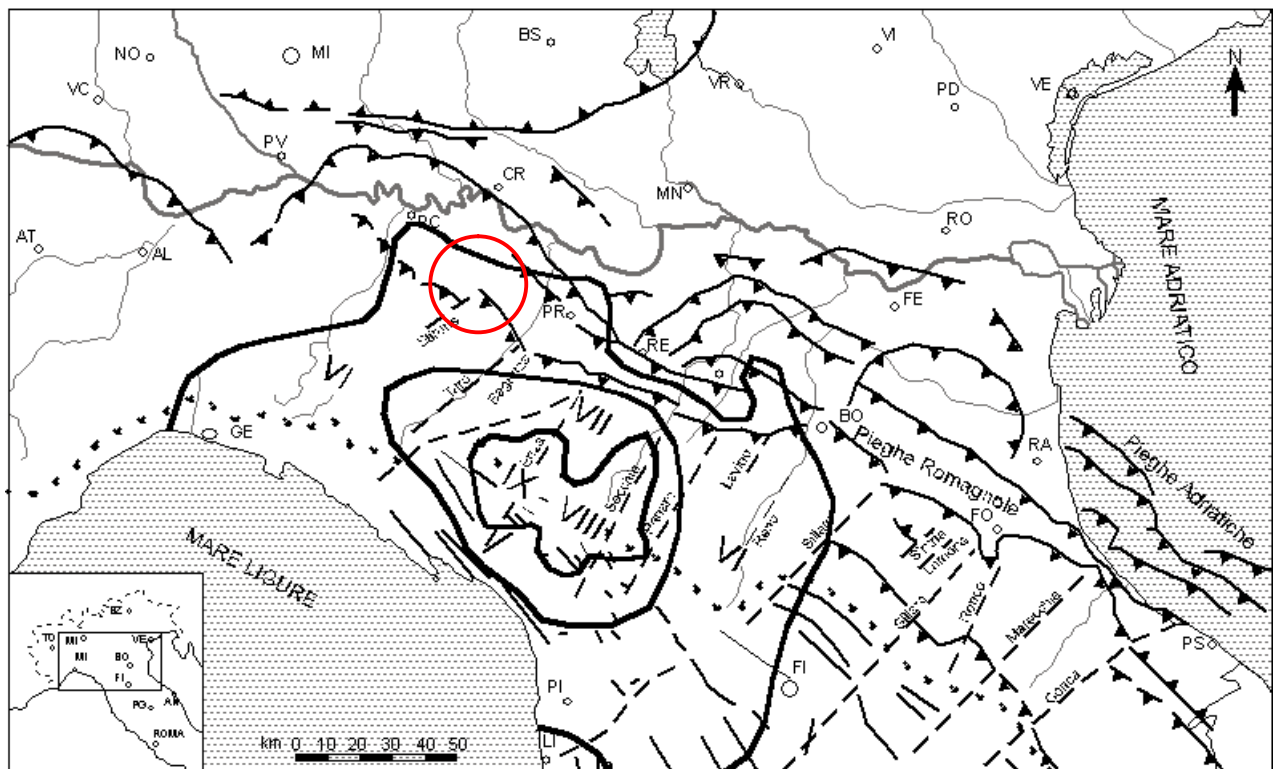


Figura 7.6: Campo macrosismico del terremoto del 07/09/1920 (CNR 1985 ridisegnato).

Il recente terremoto al confine tra le provincie di Modena e Ferrara, manifestatosi con una magnitudo massima pari a  $M = 5.9$  e avvertito in quasi tutto il Nord Italia, nel territorio di Soragna è stato caratterizzato da un'intensità (scala Mercalli modificata) pari al IV grado. Gli effetti sono stati, infatti, molto modesti, senza comportare effetti negativi sulle strutture.

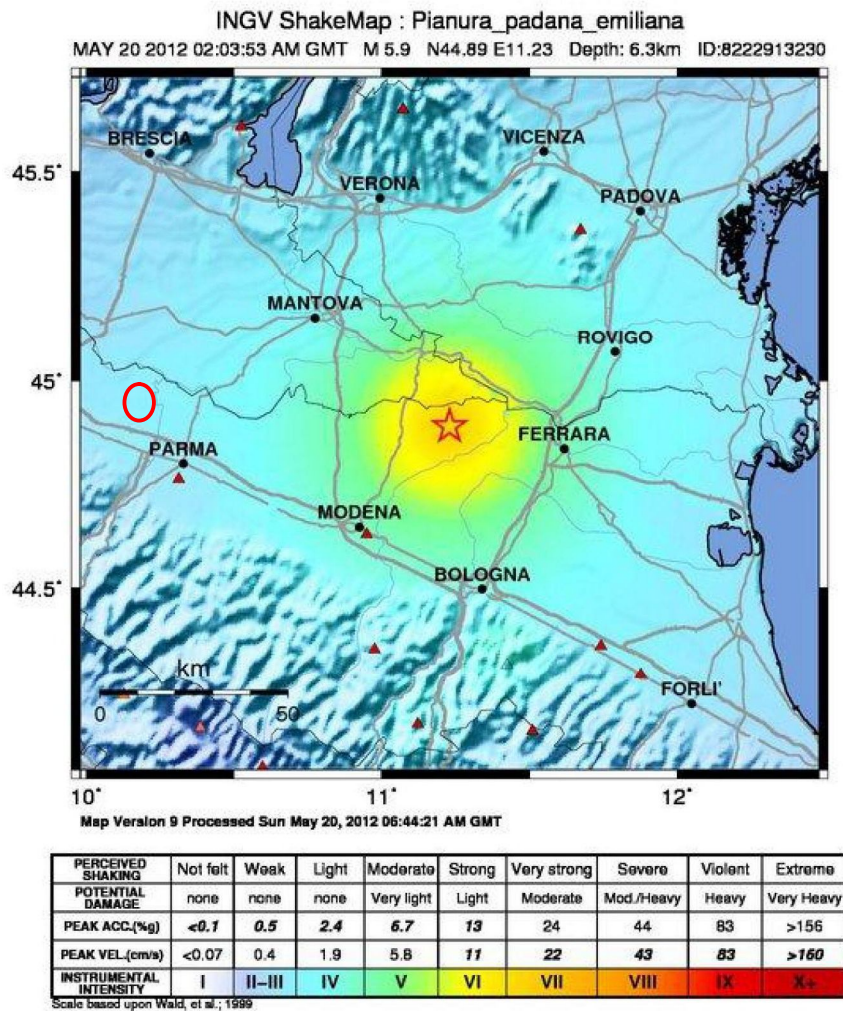


Figura 7.7: Campo macrosismico del terremoto del 20/05/2012 (intensità in MCS; INGV 2012).

Le aree epicentrali dei terremoti dell'ultimo secolo sono riassunte in Tabella 3.

Tabella 3 – Aree epicentrali degli eventi sismici verificatesi nell'ultimo secolo nella Provincia di Parma.

Zona di Pianura	Bacino del T.Parma	Bacino del F. Taro
Busseto	Langhirano	Fornovo
Collecchio	Tizzano	Solignano
Medesano	Corniglio	Valmozzola
Noceto	Palanzano	Compiano
Sala Baganza	Monchio delle Corti	Santa Maria del Taro
Parma Sud-Ovest	M. Caio	Varsi
Collecchio	Calestano	Bardi
Parma Ovest	Berceto	M. Barigazzo
-	Calestano	M. Maggiorasca

Zona di Pianura	Bacino del T.Parma	Bacino del F. Taro
-	Passo della Cisa	Salsomaggiore
-	-	Bedonia
-	-	Borgo Val di Taro
-	-	Pione (Bardi)

In termini macrosismici, il catalogo DOM4.1, che raccoglie le osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno e che contiene circa 37.000 osservazioni macrosismiche relative a più di 900 terremoti e a più di 10.000 località, è stato utilizzato, su incarico della protezione civile, da Molin et al. (1996) in combinazione con i dati di CFTI (Catalogo dei Forti Terremoti Italiani di ING/SGA – Boschi et al., 1995) per la redazione della “Mappa delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani”, di cui si riporta un estratto relativamente alla Regione Emilia-Romagna (Figura 7.8). Il territorio di Soragna è caratterizzato da un'intensità macrosismica pari a 7.

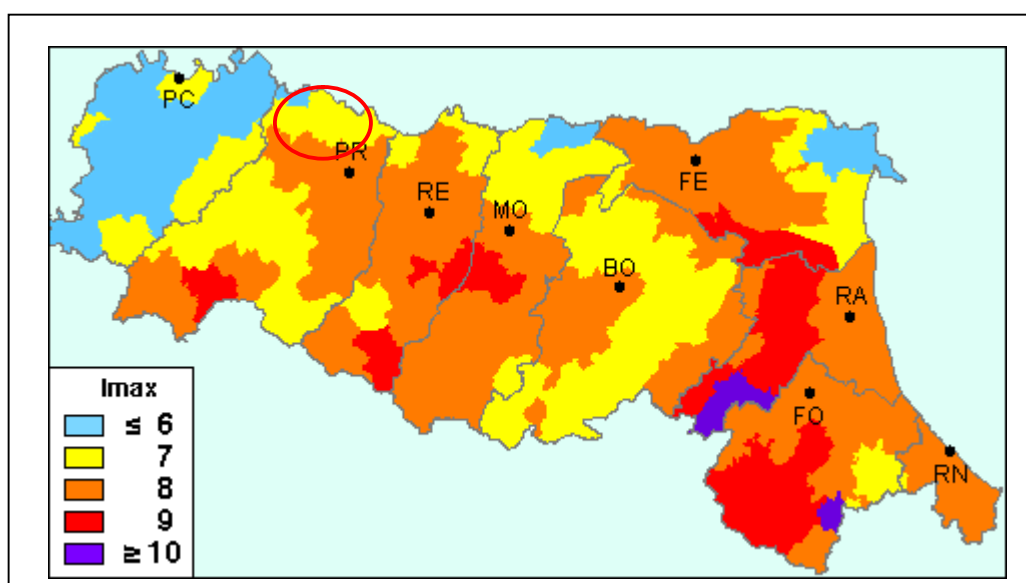


Figura 7.8 – Mappa delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani (estratto della Regione Emilia-Romagna).

## 7.2. Caratteristiche sismotettoniche

L'Istituto di Geofisica e Vulcanologia ha prodotto una zonizzazione sismogenetica (ZS) del territorio nazionale che tiene conto dell'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale.

Il rapporto conclusivo, previsto in ottemperanza all'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274, è a cura di Stucchi et al. (2004).

La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche.

Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità osservata è stato considerato il catalogo storico contenente 2.488 eventi degli ultimi 1.000 anni con intensità epicentrali maggiore o uguale al V – VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4.

Il territorio nazionale risulta suddiviso in 36 Macrozone e il territorio comunale di Soragna ricade all'interno della Zona Sismogenetica 913 (Figura 7.9). In questa zona si verificano terremoti originati da movimenti prevalentemente compressivi NW con meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture.

I terremoti storici raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo; la massima magnitudo rilevata è  $M_d = 4,8$ . le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 12 e 20 Km con profondità efficace di 13 km. Nella Zona Sismogenetica 913 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a  $M_{wmax} = 6,14$ .



Figura 7.9 – Zonizzazione sismogenetica.

### 7.3. La classificazione sismica

La classificazione sismica è formulata sulla base degli studi del Servizio Sismico Nazionale (SSN), del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (GNDT) e dell'Istituto Nazionale di Geofisica (ING).

La classificazione è stata approvata con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica".

Il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 classi con livelli decrescenti di pericolosità sismica in relazione a 4 differenti valori di accelerazione orizzontale ( $a_g/g$ ) d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico e a 4 differenti valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g/g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Il territorio comunale di Soragna è classificato in classe 3.

### 7.4. Pericolosità sismica

La pericolosità e il rischio sismico del territorio nazionale sono stati affrontati dal Servizio Sismico Nazionale (SSN), utilizzando il calcolo probabilistico di Cornell, risalente alla fine degli anni '60, in grado di considerare tutte le possibili sorgenti influenzanti il moto del terremoto.

Il Servizio Sismico Nazionale, per tutto il territorio nazionale, ha elaborato la pericolosità sismica di base di cui al DM 14.1.2008 che rappresenta l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le stazioni di riferimento che quantificano la pericolosità sismica di base per il territorio comunale di Soragna sono (v. Tav. 05 "PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE"):

- stazione 14715;

- stazione 14716;
- stazione 14937;

Analizzando i dati riportati per ognuna delle suddette stazioni il comune di Soragna presenta i seguenti dati di pericolosità:

- accelerazione di picco per suoli di tipo A con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni per un periodo di ritorno di 475 anni. (v. Fig. 7.10):  $PGA = 0,100 - 0,150$ ;
- intensità macrosismica: MCS = VII grado;
- magnitudo:  $M = 6,14$

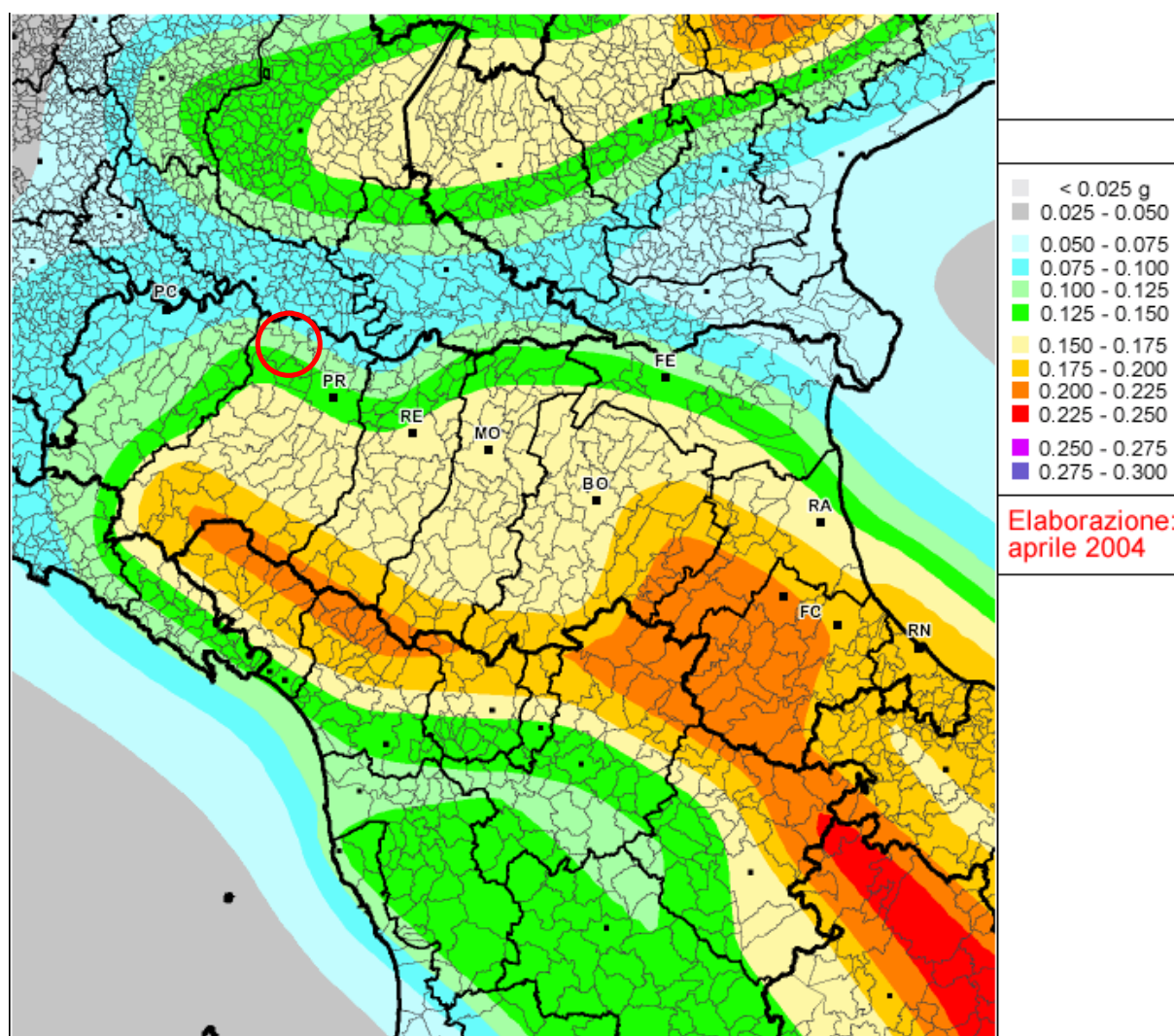


Figura 7.10 – PGA (g) con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni).

#### 7.4.1. Definizione della pericolosità sismica locale

Partendo dalle caratteristiche sismotettoniche complessive della pianura parmense e delle principali manifestazioni sismiche, sia epicentrali, sia di risentimento dalle altre zone sismo genetiche presenti nel bacino padano, la pericolosità sismica del territorio comunale di Soragna è stata approfondita in relazione alle condizioni geologiche e morfologiche locali.

Le caratteristiche sismiche di un'area sono definite dalle sorgenti sismogenetiche, dall'energia, dal tipo e dalla frequenza dei terremoti. Questi aspetti sono comunemente indicati come "pericolosità sismica di base" e sono quelli considerati per la classificazione sismica.

Da queste caratteristiche deriva il moto di *input* atteso, per il calcolo del quale non sono considerate le caratteristiche locali e il territorio è trattato come se fosse uniforme ed omogeneo cioè pianeggiante e costituito da suolo rigido in cui la velocità di propagazione delle onde S ( $V_s$ ) è maggiore di 800 m/s (suolo A dell'Eurocodice 8 - parte 1, EN 1998-1, 2003, dell'OPCM 3274/2003, del DM 14/9/2005 e DM 14.1.2008).

Il moto sismico può essere però modificato dalle condizioni geologiche e morfologiche locali. Alcuni depositi e forme del paesaggio possono amplificare il moto sismico in superficie e favorire fenomeni di instabilità dei terreni quali cedimenti, frane o fenomeni di liquefazione. Queste modificazioni dovute alle caratteristiche locali sono comunemente definite "effetti locali".

La zonazione del territorio sulla base della risposta sismica del terreno è perciò uno dei più efficaci strumenti di definizione e rappresentazione della pericolosità sismica e, quindi, di prevenzione e riduzione del rischio sismico, poiché fornisce un contributo essenziale per l'individuazione delle aree a maggiore pericolosità sismica e agevola la scelta delle aree urbanizzabili con minor rischio e la definizione degli interventi ammissibili.

La Tav. 05 "PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE" risulta particolarmente efficace per la scelta delle aree di nuova previsione edificatoria, per la definizione delle indagini di approfondimento e degli interventi ammissibili, anche nelle aree già urbanizzate, soprattutto se utilizzate fino dalle fasi preliminari dei processi di pianificazione territoriale e urbanistica.

Tale cartografia è stata redatta in conformità agli "Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" di cui alla deliberazione n. 112 del 2/5/2007 dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna" (D.A.L. 112/2007).

Esiste ormai un generale accordo su quali depositi e forme del paesaggio possono, durante o a seguito di un terremoto, determinare amplificazioni del moto sismico in superficie o concorrere a modificare in maniera permanente l'assetto del territorio causando cedimenti, franamenti e rotture del terreno.

Le conoscenze territoriali oggi disponibili in Emilia-Romagna, soprattutto grazie alle carte geologiche, alle banche dati geognostiche, alle carte topografiche e ai modelli digitali del terreno, permettono la rapida individuazione degli elementi geologici e morfologici che possono favorire gli effetti locali.

Nella Tabella 4 sono elencati i principali elementi del territorio che concorrono alla pericolosità sismica locale in Emilia-Romagna.

<p>Depositi che possono determinare amplificazione (spessore <math>\geq 5</math> m):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- detriti di versante (frane, detriti di falda, detriti eluvio-colluviali, detriti di versante s.l., depositi morenici, depositi da geliflusso);</li> <li>- detriti di conoide alluvionale;</li> <li>- depositi alluvionali terrazzati e di fondovalle;</li> <li>- accumuli detritici in zona pedemontana (falde di detrito e coni di deiezione);</li> <li>- depositi fluvio-lacustri</li> <li>- riporti antropici poco addensati;</li> <li>- substrato affiorante alterato o intensamente fratturato (per uno spessore <math>\geq 5</math> m);</li> <li>- litotipi del substrato con <math>V_s &lt; 800</math> m/sec<sup>8</sup>.</li> </ul>
<p>Elementi morfologici che possono determinare amplificazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- creste, cocuzzoli, dorsali allungate, versanti con acclività <math>&gt; 15^\circ</math> e altezza <math>\geq 30</math> m</li> </ul>
<p>Depositi suscettibili di amplificazione, liquefazione e cedimenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- depositi granulari fini (sabbie) con livello superiore della falda acquifera nei primi 15 m dal piano campagna, (fattori predisponenti al fenomeno di liquefazione);</li> <li>- depositi (spessore <math>\geq 5</math> m) di terreni granulari sciolti o poco addensati o di terreni coesivi poco consistenti, caratterizzati da valori NSPT <math>&lt; 15</math> o <math>c_u &lt; 70</math> kpa.</li> </ul>
<p>Aree soggette ad instabilità di versante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aree instabili: aree direttamente interessate da fenomeni franosi attivi;</li> <li>- aree potenzialmente instabili: aree in cui sono possibili riattivazioni (frane quiescenti) o attivazioni di movimenti franosi (tutti gli accumuli detritici incoerenti, indipendentemente dalla genesi, con acclività <math>&gt; 15^\circ</math>; pendii costituiti da terreni prevalentemente argillosi e/o intensamente fratturati<sup>9</sup> 2 con acclività <math>&gt; 15^\circ</math>; versanti con giacitura degli strati a franapoggio con inclinazione minore o uguale a quella del pendio; aree prossime a zone instabili che possono essere coinvolte dalla riattivazione del movimento franoso; scarpate subverticali; accumuli detritici incoerenti prossimi all'orlo di scarpate).</li> </ul>
<p>Elementi che possono determinare effetti differenziali, sia amplificazione che cedimenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico – meccaniche molto diverse;</li> <li>- cavità sepolte.</li> </ul>

Tabella 4: principali condizioni geologiche e geomorfologiche che possono determinare effetti locali in Emilia-Romagna (da *“Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”*, D.A.L. n. 112/2007).

<sup>8</sup> Possono rientrare in questa categoria le argille e le argille marnose oligo-mioceniche della Successione Epiligure, le argille e le argille marnose tardo messiniane e plio-pleistoceniche, le sabbie poco cementate plio-pleistoceniche.

<sup>9</sup> Rientrano in questa categoria i terreni con spaziatura della fratturazione  $< 20$  cm.

#### 7.4.2. Aree potenzialmente soggette ad effetti di amplificazione locale

La carta di pericolosità sismica locale (04 "PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE") è realizzata secondo le procedure indicate negli "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" (D.A.L. 112/2007).

I dati di base disponibili utilizzati sono:

- Carta geologica (01);
- Carta geomorfologica (02);
- la banca dati della Carta geologica Appennino emiliano-romagnolo 1:10.000 aggiornata, con i dati IFFI, al 2006 (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli);
- la legenda della Carta geologica Appennino emiliano-romagnolo 1:10.000 per il territorio provinciale di Parma (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli);
- la banca dati della Carta geologica di pianura 1:25.000 della Regione Emilia-Romagna (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli);
- la banca dati geognostici di pianura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

Dalla cartografia tematica sopra citata sono stati individuate le seguenti classi:

1. Depositi prevalentemente argillosi e limosi (Olocene e Pleistocene superiore): si tratta di depositi alluvionali prevalentemente fini appartenenti piana alluvionale (argine naturale e piana inondabile);
2. Depositi prevalentemente argillosi e limosi; spesse bancate sabbiose a partire dalla profondità di 15 - 20 metri dal piano campagna (Olocene e Pleistocene superiore): si tratta di depositi alluvionali prevalentemente fini appartenenti alla piana alluvionale (argine naturale e piana inondabile) che ricoprono un substrato sabbioso afferente ad antichi paleoalvei del Fiume Po.

I depositi delle classi 1 e 2 sono tutti suscettibili di amplificazione per le caratteristiche litologiche.

La distinzione nelle due classi si è resa necessaria poiché nelle aree con terreni della classe 2 potrebbero essere presenti le condizioni predisponenti alla liquefazione:

- depositi sabbiosi nei primi 20 m di profondità dal piano campagna;
- granulometria costituita in prevalenza da sabbie fini e medie con contenuto di fine inferiore o uguale al 35%;
- falda idrica nei primi 15 m dalla superficie;
- terreni da poco a mediamente addensati.

- resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} < 30$  colpi/30 cm oppure  $q_{c1N} < 180$  kPa; dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinato dalle prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.

*La liquefazione secondo la definizione riportata nell'eurocodice EU8, è la riduzione di resistenza al taglio e/o di rigidità causata durante il moto sismico dall'aumento delle pressioni interstiziali in terreni saturi non coesivi, tale da provocare deformazioni permanenti significative o persino da indurre nel terreno una condizione di sforzi efficaci quasi nulla.*

Relativamente al potenziale pericolo di liquefazione occorre sottolineare che per il verificarsi di tale fenomeno oltre alla presenza di caratteri predisponenti (sedimenti granulari fini nei primi venti metri di profondità e tetto della falda acquifera media stagionale nei primi 15 metri di profondità) è necessaria anche la presenza dei fattori scatenanti.

Il rischio insito ad eventuali processi di liquefazione è legato ad eventi sismici di magnitudo superiore a  $M > 5$  ed ad accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) superiori di  $a_g > 0,1g$ ,

La liquefazione, nei casi documentati in letteratura, (Kishida 1969, Gibbs 1979, Bureau of Reclamation degli Stati Uniti, Atomic Energy Commission degli Stati Uniti), si è verificata solo in sabbie relativamente sciolte, caratterizzate da valori della densità relativa  $D_r < 75\%$ .

Il fenomeno non appare probabile in terreni con valori superiori della densità relativa, e soprattutto quando le sabbie includono ghiaie o ciottoli. In quest'ultimo caso se il deposito ghiaioso è compreso tra terreni poco permeabili, indipendentemente dalla sua capacità drenante, può essere soggetto al fenomeno della liquefazione.

Nei terreni a grana fine (limi ed argilla), sebbene caratterizzati da bassi valori della permeabilità, la possibilità che si possa verificare il fenomeno è molto ridotta o addirittura nulla, grazie all'influenza determinante dei legami interparticellari, ovvero della coesione.

La composizione granulometrica dei terreni all'interno dei quali si è possibile il fenomeno della liquefazione è riportato in Figura 7.11.

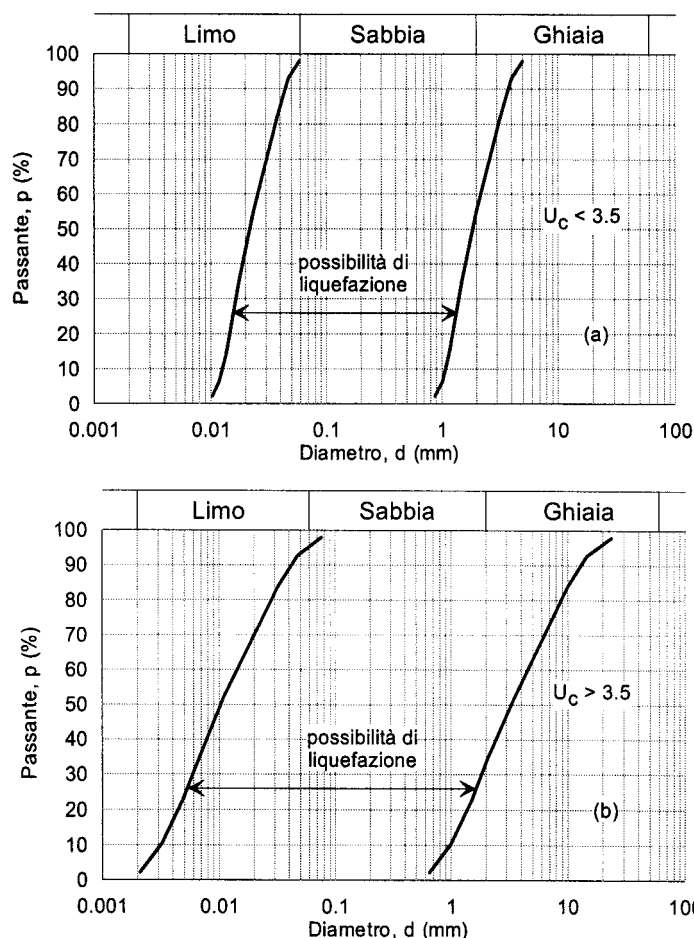


Figura 7.11 – Distribuzione granulometrica critica di terreni soggetti a liquefazione sia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  sia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$

*Secondole NTC 2008 e l'Eurocodice 8 la liquefazione può verificarsi in terreni di fondazione composti da estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa e falda al piano campagna. Inoltre la norma, in presenza di un contenuto di ghiaia, non esclude il verificarsi del fenomeno, però non dà indicazioni in merito.*

Da osservazioni in sito si è anche visto che la resistenza alla liquefazione aumenta con la profondità. In particolare, la liquefazione si è verificata in depositi sabbiosi saturi fino ad una profondità di circa 15 - 20 m per pressioni litostatiche inferiori a 200 kPa.

La banca dati geognostici di sottosuolo disponibile per tutta la pianura emiliano-romagnola ha permesso di cartografare anche nella Tav. 05 i principali corpi del sottosuolo che possono influenzare il moto sismico in superficie. In particolare è rappresentata:

- la superficie superiore (tramite isobate riferite al livello medio del mare) dei principali corpi sabbiosi e ghiaiosi, di spessore > 5 m;
- le isobate della superficie di base dei depositi alluvionali (quota riferita a l.m.);
- proiezione sulla superficie topografica dei sovrascorrimenti sepolti attivi.

#### **7.4.3. Analisi degli elementi di amplificazione sismica**

Gli elementi di amplificazione sismica individuati nella Tav. 05 sono in seguito riassunti.

- Sovrascorrimenti sepolti. Sono stati rappresentati i principali limiti tettonici in quanto è possibile che questi mettano a contatto litologie con caratteristiche meccaniche molto diverse e che, all'intorno di questi contatti, si possano verificare, oltre all'amplificazione, anche cedimenti differenziali. Perciò, nelle aree poste a cavaliere di questi contatti, nel caso siano ammessi interventi, dovranno essere verificate le caratteristiche meccaniche dei terreni ed eventualmente valutati il coefficiente di amplificazione litologico e i cedimenti.
- Depositi prevalentemente argillosi e limosi. Le aree ricadenti in questa classe sono maggiormente soggette ad amplificazione caratteristiche stratigrafiche e quindi dovrà essere valutato il coefficiente di amplificazione litologico..
- Depositi prevalentemente sabbiosi. La presenza di sabbie, soprattutto se incoerenti e ben classate, nei primi 20 m dal p.c., con falda acquifera a profondità minore di 15 m dal p.c., favorisce il verificarsi del fenomeno della liquefazione in caso di forti scosse sismiche (magnitudo > 5). In queste zone, pertanto, dovranno essere valutati, oltre a coefficiente di amplificazione litologico, anche il potenziale di liquefazione e gli eventuali cedimenti.

## **8. FATTIBILITÀ DELLE TRASFORMAZIONI ALL'INSEDIAMENTO**

Le analisi geologiche hanno permesso di verificare che i diversi processi di urbanizzazione riguardino zone geologicamente idonee, che le variazioni indotte sull'ambiente non costituiscano pericolo per gli stessi insediamenti e che queste non arrechino danni irreversibili alle risorse naturali.

In proposito è stata redatta la carta contenente la fattibilità delle trasformazioni all'insediamento residenziale e industriale, espresse nella Tavola 05. In particolare è stata prodotta una zonizzazione del territorio comunale in classi di fattibilità, desunta dalla cartografia di analisi (tavole 01, 02, 03, 04 e 05) attribuendo un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono definito dalle carte di analisi medesime.

La carta della fattibilità delle trasformazioni all'insediamento residenziale e industriale è dunque una mappa della pericolosità che fornisce le indicazioni in ordine alle destinazioni d'uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, alle opere di mitigazione del rischio ed alle necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali.

Si evidenzia che ogni progetto d'intervento edificatorio, infrastrutturale e/o di servizio, deve essere corredato da una relazione geologica, geotecnica e sismica, in conformità al D.M. 14.1.2008 " Norme Tecniche sulle Costruzioni".

### **8.1. Fattibilità senza particolari limitazioni**

Nel territorio comunale di Soragna la classe 1 non è rappresentata.

### **8.2. Fattibilità con modeste limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso per la presenza di terreni fini a comportamento coesivo soggetti a rigonfiamento in caso di aumento del contenuto d'acqua e di ritiro in caso di siccità (v. cap. 8.6).

Tutti i nuovi interventi edilizi dovranno essere realizzati con modalità atte a consentire una corretta regimazione delle acque superficiali. In particolare i materiali impiegati per le pavimentazioni dovranno favorire l'infiltrazione nel terreno e comunque la ritenzione temporanea delle acque di precipitazione.

Tutti i nuovi interventi edilizi dovranno inoltre essere realizzati in modo da non alterare la funzionalità idraulica del contesto in cui s'inseriscono garantendo il mantenimento dell'efficienza della rete di convogliamento e di recapito delle acque superficiali.

E' vietato interrompere e/o impedire il deflusso superficiale dei fossi e dei canali nelle aree agricole, sia con opere definitive sia provvisorie, senza prevedere un nuovo e/o diverso recapito per le acque di scorrimento intercettate.

Per gli interventi edilizi che provochino l'impermeabilizzazione di grandi superfici di terreno, al fine di evitare un aumento eccessivo di carico idraulico nella rete di scolo superficiale e nella rete fognaria esistente si dovranno utilizzare degli appositi bacini di accumulo temporaneo per la raccolta delle acque intercettate dalle coperture degli edifici nel rispetto di quanto previsto dal DPR 18.02.1999 n. 238. I manufatti di raccolta, di recapito e di accumulo delle acque meteoriche dovranno essere compresi, unitariamente, nelle opere di urbanizzazione primaria.

### **8.3. Fattibilità con consistenti limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso delle aree, per le seguenti condizioni di pericolosità;

- presenza di terreni fini a comportamento coesivo soggetti a rigonfiamento in caso di aumento del contenuto d'acqua e di ritiro in caso di siccità;
- zone di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile;
- zone a drenaggio difficoltoso;

Le attività edificatorie nelle zone di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile potranno essere attuate solo dimostrando, in sede progettuale e tramite opportuno studio idrogeologico, che gli interventi non arrecheranno impatti negativi sulle falde sotterranee e nel caso dovranno prevedersi tutte le misure di salvaguardia possibili. Per la gestione degli scarichi, dei pozzi e delle acque di prima pioggia si rimanda all'allegato 4 delle Norme Tecniche del PTCP vigente.

Tutti i nuovi interventi edilizi dovranno essere realizzati con modalità atte a consentire una corretta regimazione delle acque superficiali. In particolare i materiali impiegati per le pavimentazioni dovranno favorire l'infiltrazione nel terreno e comunque la ritenzione temporanea delle acque di precipitazione.

Tutti i nuovi interventi edilizi dovranno inoltre essere realizzati in modo da non alterare la funzionalità idraulica del contesto in cui s'inseriscono garantendo il mantenimento dell'efficienza della rete di convogliamento e di recapito delle acque superficiali.

E' vietato interrompere e/o impedire il deflusso superficiale dei fossi e dei canali nelle aree agricole, sia con opere definitive sia provvisorie, senza prevedere un nuovo e/o diverso recapito per le acque di scorrimento intercettate.

Per gli interventi edilizi che provochino l'impermeabilizzazione di grandi superfici di terreno, al fine di evitare un aumento eccessivo di carico idraulico nella rete di scolo superficiale e nella rete fognaria

esistente si dovranno utilizzare degli appositi bacini di accumulo temporaneo per la raccolta delle acque intercettate dalle coperture degli edifici nel rispetto di quanto previsto dal DPR 18.02.1999 n. 238. I manufatti di raccolta, di recapito e di accumulo delle acque meteoriche dovranno essere compresi, unitariamente, nelle opere di urbanizzazione primaria.

Per quanto riguarda la presenza di terreni fini a comportamento coesivo soggetti a rigonfiamento in caso di aumento del contenuto d'acqua e di ritiro in caso di siccità, si rimanda al precedente cap. 8.3.

#### **8.4. Fattibilità con gravi limitazioni**

La classe "Fattibilità con gravi limitazioni" comprende le zone fluviali e perfluviali della rete idrica superficiale (T. Stirone e T. Rovacchia).

L'alta pericolosità comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle aree. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della L. 457/1978.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

#### **8.5. Disposizioni generali in merito alla sensibilità sismica del territorio comunale**

Il presente studio, in riferimento all'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", ha effettuato un'indagine di primo livello del territorio Comunale di Soragna.

Dall'analisi geologico-sismica, esplicitata nei precedenti capitoli, emerge che il territorio comunale è caratterizzato da situazioni stratigrafiche che generano amplificazioni sismiche locali per l'assetto stratigrafico. La natura dei depositi potrebbe inoltre comportare, in caso di forti terremoti, cedimenti sia per la presenza di terreni con proprietà geotecniche scadenti, sia per la presenza di terreni potenzialmente liquefacibili.

Nelle successive fasi di pianificazione attuativa (POC, PUA, ecc.) e di progettazione delle opere pubbliche e private dovranno quindi essere effettuati specifici approfondimenti mirati a verificare le condizioni locali, al fine di orientare correttamente l'ubicazione e il dimensionamento delle strutture.

L'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 prevede 2 ulteriori livelli di approfondimento:

1. Secondo livello di approfondimento: consiste in un'analisi semplificata della pericolosità locale, la quale può essere basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologici più dettagliati di quelli della presente relazione, su prove geofisiche in sito e su prove geotecniche di tipo standard; il numero delle verticali indagate deve essere tale da consentire un'adeguata caratterizzazione geotecnica spaziale dei terreni e delle formazioni presenti nell'area di studio;
2. Terzo livello di approfondimento: deve essere effettuato nei seguenti casi:
  - aree soggette a liquefazione e densificazione;
  - aree instabili e potenzialmente instabili;
  - aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;
  - aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.
  - l'analisi approfondita richiede un significativo numero di prove geofisiche e geotecniche, sia in sito che in laboratorio, rivolte alla definizione del comportamento dei terreni sotto sollecitazione dinamica.

## **8.6. Pericolosità al ritiro e al rigonfiamento delle terre coesive**

I depositi prevalentemente argillosi e i depositi prevalentemente limosi, diffusamente estesi in tutto il territorio comunale, sono in genere interessati dai fabbricati civili e industriali esistenti e di futura realizzazione.

In questi di materiali a comportamento coesivo con un'alta frazione di argilla si possono determinare fenomeni di rigonfiamento e plasticizzazione nei periodi umidi e fenomeni di ritiro e fessurazione per essiccamento nei periodi siccitosi.

Gli effetti di ritiro e rigonfiamento possono incidere negativamente nei fabbricati comportando, danni alla struttura in elevazione, in alcuni casi compromissori della stabilità del fabbricato medesimo.

### **8.6.1. Mineralogia dei depositi prevalentemente argillosi e limosi**

I materiali fini limosi e/o argillosi dei depositi di argine naturale e dei depositi di piana inondabile sono costituiti principalmente da minerali fillosilicati a struttura complessa e composizione chimica variabile, noti anche come minerali argillosi.

Terre costituite esclusivamente da minerali argillosi sono tuttavia rare, poiché contengono quasi sempre anche microcristalli di quarzo, calcite, feldspati e miche.

I minerali argillosi sono, dal punto di vista chimico, dei silicati idrati, principalmente di alluminio e magnesio, con struttura costituita dalla sovrapposizione di strati tetraedrici e strati ottaedrici. Gli strati tetraedrici sono formati da tetraedri  $\text{SiO}_4$  con il silicio al centro della struttura e l'ossigeno ai lati.

Questi tetraedri sono collegati mediante tre vertici ad altri tetraedri in modo che l'insieme determina anelli esagonali che si estendono in due direzioni del piano formando dei foglietti. Gli strati ottaedrici sono costituiti da ottaedri centrati da cationi bivalenti (es. Magnesio), o trivalenti (es. Alluminio), collegati tra loro per spigoli e con ai vertici gruppi ossidrilici; gli ottaedri si collegano tra loro o a stretto contatto oppure secondo un motivo ancora esagonale.

I minerali argillosi sono costituiti dall'alternanza di foglietti tetraedrici e foglietti ottaedrici, in rapporto 1:1 (fillosilicati a due piani, es. Caolinite) oppure 2:1 (fillosilicati a tre strati, es. Smectiti). Il variare dei cationi, la presenza o meno di livelli di molecole d'acqua, l'inserimento di cationi tra i pacchetti di foglietti o la possibilità dei pacchetti di dilatarsi tra loro perdendo o immagazzinando acqua, individuano i diversi minerali argillosi evidenziati dalle analisi mineralogiche.

Senza addentrarsi in approfondimenti cristallografici, di seguito sono riportati alcuni dati relativi ai minerali argillosi tipici dei depositi di piana inondabile e di argine naturale:

- Caolinite: tipo 1:1, formula indicativa  $\text{Al}_4(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}$ ;
- Smectiti<sup>10</sup>: famiglia di minerali tra cui la Montmorillonite, tipo 2:1, formula indicativa  $\text{Al}_2(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}$ , reticolo espandibile;
- Miche: famiglia di minerali tra cui: in dipendenza del disordine strutturale si parla di Illite (tipo 2:1, formula indicativa  $\text{KAl}_4(\text{OH})_4\text{Si}_8\text{-iAl}_i\text{O}_{20}\cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) se è alto e di Muscovite se è basso;
- Clorite, formula generale  $(\text{Mg,Fe,Al})_{12}(\text{Si,Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_{16}$ ;

I minerali non argillosi, la cui percentuale diminuisce al diminuire del raggio delle particelle, sono costituiti da:

- Quarzo,  $\text{SiO}_2$ , presente in granuli rotondeggianti;
- Feldspati,  $(\text{K,Na,Ca})\text{Al}(\text{Si,Al})_3\text{O}_8$ , in granuli prismatici;
- Calcite,  $\text{CaCO}_3$ , in granuli, romboedri, spesso d'origine biologica; aumentando la sua percentuale si passa dalle argille alle argille marnose, alle marne argillose, alle marne fino ai calcari senza soluzione di continuità; la sua presenza influenza fortemente alcune caratteristiche industriali e la qualità del prodotto finito;

- Dolomite,  $MgCO_3$ , in grani simili alla Calcite.

I legami cristallografici delle smectiti tra i foglietti tetraedrici e foglietti ottaedrici sono molto labili e le variazioni del contenuto d'acqua comportano fenomeni di rigonfiamento e ritiro di notevole entità.

### 8.6.2. Active zone

Il fenomeno responsabile dei fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei minerali argillosi è la variazione del contenuto d'acqua, influenzata dalle oscillazioni piezometriche della falda idrica e della risalita, capillare e dalla variabilità stagionale con alterni periodi umidi e secchi.

La fascia di sottosuolo interessata dal fenomeno di variazione del contenuto d'acqua e, quindi dei conseguenti effetti di ritiro e rigonfiamento dei minerali argillosi, è nota come "Active Zone" e si estende dal piano campagna fino alla profondità di qualche metro.

Essendo i fabbricati, normalmente realizzati nel territorio comunale di Soragna, costituiti da elementi strutturali di laterizio e talora cemento armato, che nel complesso assumono un comportamento fragile, i fenomeni di rigonfiamento e ritiro per essiccazione possono determinare la formazione di lesioni strutturali e cedimenti che esulano sia dal valore della capacità portante ammissibile, sia dai cedimenti immediati e di consolidazione per effetto del carico indotto dal fabbricato.

L'approfondimento delle fondazioni alla quota di 1,0 metri dalla superficie topografica potrebbe essere una condizione minima per non risentire degli effetti delle variazioni di umidità stagionali e dell'azione del gelo e del disgelo, ma non sufficiente nei confronti delle seguenti azioni naturali ed antropiche:

- presenza di alberi di alto fusto;
- tubazioni interrato (acquedotti, fognature) rotte e disperdenti;
- irrigazioni a ridosso delle fondazioni;
- costruzione di pavimentazioni impermeabilizzate a ridosso delle fondazioni;
- variazioni del contenuto d'acqua durante la costruzione delle fondazioni.

### 8.6.3. Effetti della vegetazione

Uno dei fenomeni più frequenti di amplificazione dell'Active Zone è la presenza di alberi d'alto fusto a ridosso delle fondazioni.

---

<sup>10</sup> Importante il caso delle Smectiti: la distanza tra i pacchetti diminuisce di 1,5 volte in caso di perdita dell'acqua di interpacchetto: ciò si traduce in elevati ritiri durante l'essiccazione e in elevati rigonfiamenti in caso di aumento del contenuto d'acqua.

Pioppi, salici, querce, necessitano di circa 300 l d'acqua al giorno nei periodi secchi (Mouroux *et al.*, 1988). Un albero adulto dissecca il terreno per una distanza uguale a 1.5 volte la sua altezza (Philipponat, 1991).

La suzione indotta dal richiamo di acqua da parte delle radici varia con le stagioni tra 100 kPa e 1000 kPa. I problemi maggiori si hanno in corrispondenza di argille con un contenuto d'acqua prossimo al limite plastico: l'assorbimento da parte delle radici anche di modesti quantitativi di acqua comporta una forte riduzione della suzione del terreno, dell'ordine di 300-400 KPa, che a sua volta provoca un incremento dello sforzo effettivo ed un'elevata variazione di volume (Pugh *et al.*, 1995).

Le precauzioni sono quindi quelle di governare la presenza di alberi d'alto fusto a distanze inferiori di 30 metri dalle fondazioni.

Nella seguente Fig. 8.1 è riportato un elenco di specie tipiche della pianura padana e la distanza alla quale dovrebbero stare dalle fondazioni.

Classificazione In funzione dei danni prodotti	Specie	1	2	3	4
		H altezza metri	massima distanza metri	distanza tra edificio e albero metri	distanza minima
1	quercia	16-23	30	13	1 H
2	pioppo	25	30	15	1 H
3	tiglio	16-24	20	8	0.5 H
4	frassino	23	21	10	0.5 H
5	platano	25-30	15	7.5	0.5 H
6	salice	15	40	11	1 H
7	olmo	20-25	25	12	0.5 H
8	biancospino	10	11	7	0.5 H
9	acero/sicomoro	17-24	20	9	0.5 H
10	ciliegio/pruno	8	11	6	1 H
11	faggio	20	15	9	0.5 H
12	betulla	12-14	10	7	0.5 H
13	sorbo selvatico	8-12	11	7	1 H
14	cipresso	18-25	20	3.5	0.5 H

**Specie di alberi e loro classificazione (in ordine decrescente) in funzione dei danni provocati alle fondazioni (Driscoll, 1983).**

1. massima altezza raggiunta dalla pianta.
2. massima distanza raggiunta dalle radici.
3. distanza tra l'edificio e l'albero in funzione della specie.
4. distanza minima per edifici costruiti su suoli soggetti al fenomeno del ritiro ( si moltiplica l'altezza H dell'albero per un coefficiente che dipende dalla specie di albero).

Figura 8.1: Specie di alberi e loro classificazione in funzione dei danni provocati alle fondazioni